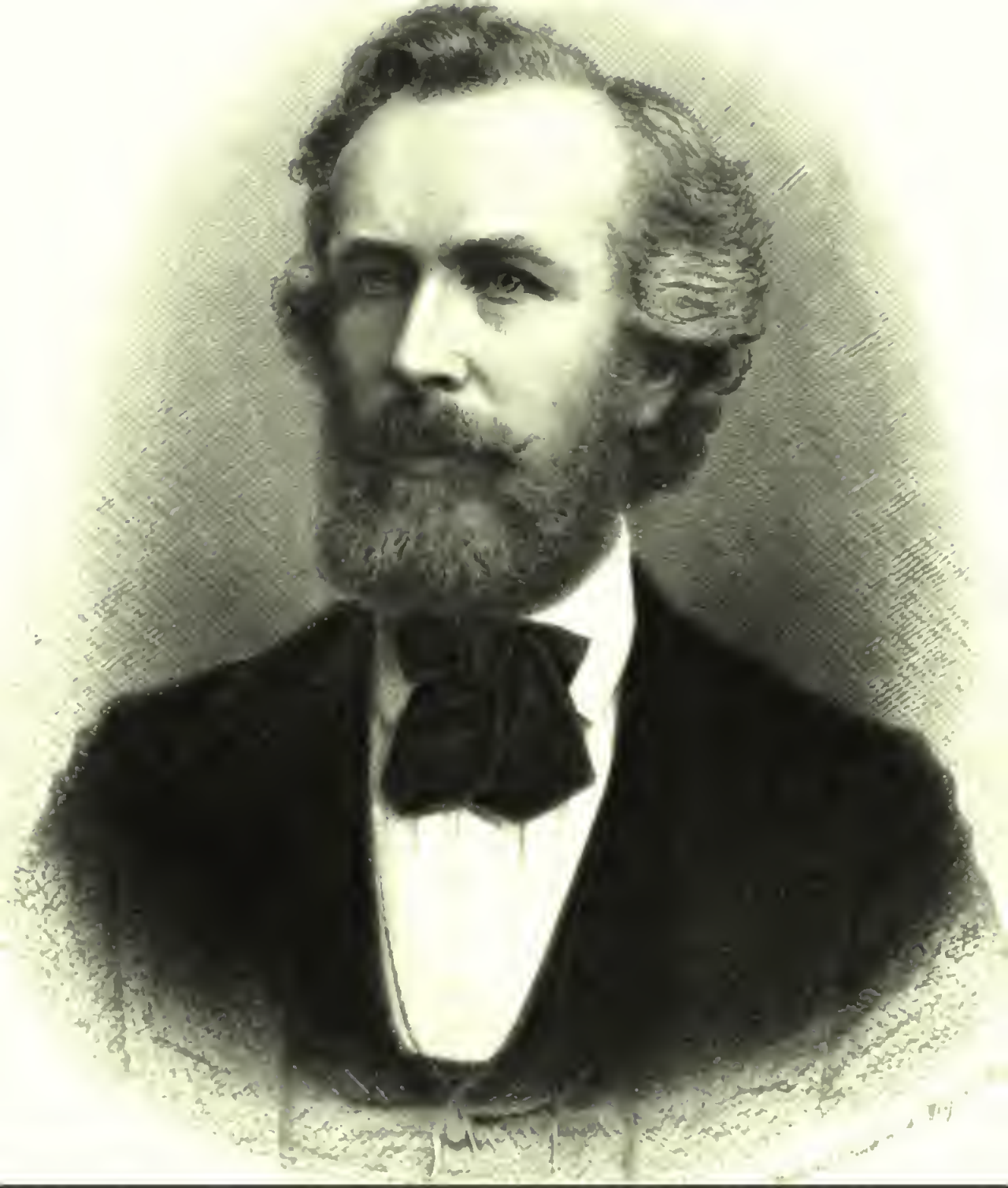


Natürliche Schöpfungsgeschichte

Ernst Heinrich Philipp August Haeckel

HE 887 A. 1

Ernst Haeckel

Natürliche Schöpfungsgeschichte.

Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die

Entwickelungslehre

im Allgemeinen und diejenige von

Darwin, Goethe und Lamarck

im Besonderen.

Von

Dr. Ernst Haeckel,

Professor an der Universität Jena.

Siebente, umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Mit dem Porträt des Verfassers
(nach einer Photographie)

und mit 17 Tafeln, 20 Holzschnitten, 21 Stammbäumen und 27 systematischen Tabellen.

Berlin, 1879.
Druck und Verlag von G. Reimer.

„Nach ewigen ehernen
„Großen Geſetzen
„Müſſen wir Alle
„Unſeres Daſeins
„Kreiſe vollenden!“

Goethe.

Digitized by Google

Allgemeines Inhaltsverzeichniß.

Erster Abschnitt: Historischer Theil.

(I.—VI. Vortrag.)

Geschichte der Entwickelungslehre.

		Seite
I. Vortrag.	Inhalt und Bedeutung der Abstammungslehre oder Descendenztheorie	1
II. Vortrag.	Wissenschaftliche Berechtigung der Descendenztheorie. Schöpfungsgeschichte nach Linné	22
III. Vortrag.	Schöpfungsgeschichte nach Cuvier und Agassiz	43
IV. Vortrag.	Entwickelungstheorie von Goethe und Oken	65
V. Vortrag.	Entwickelungstheorie von Kant und Lamarck	89
VI. Vortrag.	Entwickelungstheorie von Lyell und Darwin	111

Zweiter Abschnitt: Darwinistischer Theil.

(VII.—XI. Vortrag.)

Der Darwinismus oder die Selectionstheorie.

VII. Vortrag.	Die Züchtungslehre oder Selectionstheorie. (Der Darwinismus.)	133
VIII. Vortrag.	Vererbung und Fortpflanzung	157
IX. Vortrag.	Vererbungsgesetze. Anpassung und Ernährung	182
X. Vortrag.	Anpassungsgesetze	203
XI. Vortrag.	Die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Dasein. Arbeitstheilung und Fortschritt	225

Digitized by Google

Dritter Abschnitt: Kosmogenetischer Theil.

(XII.—XV. Vortrag.)

Grundzüge und Grundgesetze der Entwickelungslehre.

Seite

XII. Vortrag. Entwickelungsgesetze der organischen Stämme und Individuen. Phylogenie und Ontogenie 250

XIII. Vortrag. Entwickelungstheorie des Weltalls und der Erde. Urzeugung Kohlenstofftheorie. Plastidentheorie 281

XIV. Vortrag. Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde 311

XV. Vortrag. Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden 333

Vierter Abschnitt: Phylogenetischer Theil.

(XVI.—XXI. Vortrag.)

Die Phylogenie oder Stammesgeschichte der Organismen.

XVI. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Protistenreichs 364

XVII. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Pflanzenreichs 403

XVIII. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.
I. Pflanzenthiere und Wurmthiere 437

XIX. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.
II. Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere 477

XX. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.
III. Wirbelthiere 518

XXI. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.
IV. Säugethiere 557

Fünfter Abschnitt: Anthropogenetischer Theil.

(XXII.—XXIV. Vortrag.)

Die Anwendung der Entwickelungslehre auf den Menschen.

XXII. Vortrag. Ursprung und Stammbaum des Menschen 586

XXIII. Vortrag. Wanderung und Verbreitung des Menschengeschlechts. Menschenarten und Menschenrassen 616

XXIV. Vortrag. Einwände gegen und Beweise für die Wahrheit der Descendenztheorie 650

Digitized by Google

Besonderes Inhaltsverzeichniß.

Seite

Vorwort zur ersten Auflage XIX

Vorwort zur siebenten Auflage XXIII

Die Natur (Goethe, 1780) XXIX

Erster Vortrag.

Inhalt und Bedeutung der Abstammungslehre oder Descendenztheorie 1

Allgemeine Bedeutung und wesentlicher Inhalt der von Darwin reformirten Abstammungslehre oder Descendenztheorie. Besondere Bedeutung derselben für die Biologie (Zoologie und Botanik). Besondere Bedeutung derselben für die natürliche Entwickelungsgeschichte des Menschengeschlechts. Die Abstammungslehre als natürliche Schöpfungsgeschichte. Begriff der Schöpfung. Wissen und Glauben. Schöpfungsgeschichte und Entwickelungsgeschichte. Zusammenhang der individuellen und paläontologischen Entwickelungsgeschichte. Unzweckmäßigkeitslehre oder Wissenschaft von den rudimentären Organen. Unnütze und überflüssige Einrichtungen im Organismus. Gegensatz der beiden grundverschiedenen Weltanschauungen, der monistischen (mechanischen, causalen) und der dualistischen (teleologischen, vitalen). Begründung der ersteren durch die Abstammungslehre. Einheit der organischen und anorgischen Natur, und Gleichheit der wirkenden Ursachen in Beiden Entscheidende Bedeutung der Abstammungslehre für die einheitliche (monistische) Auffassung der ganzen Natur. Monistische Philosophie.

Zweiter Vortrag.

Wissenschaftliche Berechtigung der Descendenztheorie. Schöpfungsgeschichte nach Linné 22

Die Abstammungslehre oder Descendenztheorie als die einheitliche Erklärung der organischen Naturerscheinungen durch natürlich wirkende Ursachen.

Digitized by Google

Seite

Vergleichung derſelben mit Newton's Gravitationstheorie. Grenzen der wiſſenſchaftlichen Erklärung und der menſchlichen Erkenntniß überhaupt. Alle Erkenntniß urſprünglich durch ſinnliche Erfahrung bedingt, aposteriori. Uebergang der aposterioriſchen Erkenntniſſe durch Vererbung in aprioriſche Erkenntniſſe. Gegenſatz der übernatürlichen Schöpfungsgeſchichten von Linné, Cuvier, Agaſſiz, und der natürlichen Entwickelungstheorien von Lamarck, Goethe, Darwin. Zuſammenhang der erſteren mit der moniſtiſchen (mechaniſchen), der letzteren mit der dualiſtiſchen (teleologiſchen) Weltanſchauung. Monismus und Materialismus. Wiſſenſchaftlicher und ſittlicher Materialismus. Schöpfungsgeſchichte des Moſes. Linné als Begründer der ſyſtematiſchen Naturbeſchreibung und Artunterſcheidung. Linné's Claſſification und binäre Nomenclatur. Bedeutung des Speciesbegriffs bei Linné. Seine Schöpfungsgeſchichte. Linné's Anſicht von der Entſtehung der Arten.

Dritter Vortrag.

Schöpfungsgeſchichte nach Cuvier und Agaſſiz 43

Allgemeine theoretiſche Bedeutung des Speciesbegriffs. Unterſchied in der theoretiſchen und practiſchen Beſtimmung des Artbegriffs. Cuvier's Definition der Species. Cuvier's Verdienſte als Begründer der vergleichenden Anatomie. Unterſcheidung der vier Hauptformen (Typen oder Zweige) des Thierreichs durch Cuvier und Baer. Cuvier's Verdienſte um die Paläontologie. Seine Hypotheſe von den Revolutionen des Erdballs und den durch dieſelben getrennten Schöpfungsperioden. Unbekannte, übernatürliche Urſachen dieſer Revolutionen und der darauf folgenden Neuſchöpfungen. Teleogiſches Naturſyſtem von Agaſſiz. Seine Vorſtellungen vom Schöpfungsplane und deſſen ſechs Kategorien (Gruppenſtufen des Syſtems). Agaſſiz' Anſichten von der Erſchaffung der Species. Grobe Vermenſchlichung (Anthropomorphismus) des Schöpfers in der Schöpfungshypotheſe von Agaſſiz. Innere Unhaltbarkeit derſelben und Widerſprüche mit den von Agaſſiz entdeckten wichtigen paläontologiſchen Geſetzen.

Vierter Vortrag.

Entwickelungstheorie von Goethe und Oken 65

Wiſſenſchaftliche Unzulänglichkeit aller Vorſtellungen von einer Schöpfung der einzelnen Arten. Nothwendigkeit der entgegengeſetzten Entwickelungstheo-

rien. Geſchichtlicher Ueberblick über die wichtigſten Entwickelungstheorien. Ariſtoteles. Seine Lehre von der Urzeugung. Die Bedeutung der Naturphiloſophie. Goethe. Seine Verdienſte als Naturforſcher. Seine Metamorphoſe der Pflanzen. Seine Wirbeltheorie des Schädels. Seine Entdeckung des Zwiſchenkiefers beim Menſchen. Goethe's Theilnahme an dem Streite zwiſchen Cuvier und Geoffroy S. Hilaire. Goethe's Entdeckung der beiden organiſchen Bildungstriebe, des conſervativen Specificationstriebes (der Vererbung) und des progreſſiven Umbildungstriebes (der Anpaſſung). Goethe's Anſicht von der gemeinſamen Abſtammung aller Wirbelthiere mit Inbegriff des Menſchen. Entwickelungstheorie von Gottfried Reinhold Treviranus. Seine moniſtiſche Naturauffaſſung. Oken. Seine Naturphiloſophie. Oken's Vorſtellung vom Urſchleim (Protoplasmatheorie). Oken's Vorſtellung von den Infuſorien (Zellentheorie). Oken's Entwickelungstheorie.

Fünfter Vortrag.

Entwickelungstheorie von Kant und Lamarck 89

Kant's Verdienſte um die Entwickelungstheorie. Seine moniſtiſche Kosmologie und ſeine dualiſtiſche Biologie. Widerſpruch von Mechanismus und Teleologie. Vergleichung der genealogiſchen Biologie mit der vergleichenden Sprachforſchung. Anſichten zu Gunſten der Deſcendenztheorie von Leopold Buch, Baer, Schleiden, Unger, Schaaffhauſen, Victor Carus, Büchner. Die franzöſiſche Naturphiloſophie. Lamarck's Philosophie zoologique. Lamarck's moniſtiſches (mechaniſches) Naturſyſtem. Seine Anſichten von der Wechſelwirkung der beiden organiſchen Bildungskräfte, der Vererbung und Anpaſſung. Lamarck's Anſicht von der Entwickelung des Menſchengeſchlechts aus affenartigen Säugethieren. Vertheidigung der Deſcendenztheorie durch Geoffroy S. Hilaire, Naudin und Lecoq. Die engliſche Naturphiloſophie. Anſichten zu Gunſten der Deſcendenztheorie von Erasmus Darwin, W. Herbert, Grant, Frecke, Herbert Spencer, Hooker, Huxley. Doppeltes Verdienſt von Charles Darwin.

Sechſter Vortrag.

Entwickelungstheorie von Lyell und Darwin 111

Charles Lyell's Grundſätze der Geologie. Seine natürliche Entwickelungsgeſchichte der Erde. Entſtehung der größten Wirkungen durch Sum-

Seite

mirung der kleinſten Urſachen. Unbegrenzte Länge der geologiſchen Zeiträume. Lyell's Widerlegung der Cuvier'ſchen Schöpfungsgeſchichte. Begründung des ununterbrochenen Zuſammenhangs der geſchichtlichen Entwickelung durch Lyell und Darwin. Biographiſche Notizen über Charles Darwin. Seine wiſſenſchaftlichen Werke. Seine Korallenrifftheorie. Entwickelung der Selectionstheorie. Ein Brief von Darwin. Gleichzeitige Veröffentlichung der Selectionstheorie von Charles Darwin und Alfred Wallace. Darwin's Studium der Hausthiere und Culturpflanzen. Andreas Wagner's Anſicht von der beſonderen Schöpfung der Culturorganismen für den Menſchen. Der Baum des Erkenntniſſes im Paradies. Vergleichung der wilden und der Culturorganismen. Darwin's Studium der Haustauben. Bedeutung der Taubenzucht. Gemeinſame Abſtammung aller Taubenraſſen.

Siebenter Vortrag.

Die Züchtungslehre oder Selectionstheorie. (Der Darwinismus.) . 133

Darwinismus (Selectionstheorie) und Lamarckismus (Deſcendenztheorie). Der Vorgang der künſtlichen Züchtung: Ausleſe (Selection) der verſchiedenen Einzelweſen zur Nachzucht. Die wirkenden Urſachen der Umbildung: Abänderung, mit der Ernährung zuſammenhängend, und Vererbung, mit der Fortpflanzung zuſammenhängend. Mechaniſche Natur dieſer beiden phyſiologiſchen Functionen. Der Vorgang der natürlichen Züchtung: Ausleſe (Selection) durch den Kampf um's Daſein. Malthus' Bevölkerungstheorie. Mißverhältniß zwiſchen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der wirklichen (actuellen) Individuen jeder Organismenart. Allgemeiner Wettkampf um die Exiſtenz. Umbildende und züchtende Kraft dieſes Kampfes um's Daſein. Vergleichung der natürlichen und der künſtlichen Züchtung. Selections-Princip bei Kant und Wells. Zuchtwahl im Menſchenleben. Mediciniſche und clericale Züchtung.

Achter Vortrag.

Vererbung und Fortpflanzung 157

Allgemeinheit der Erblichkeit und der Vererbung. Auffallende beſondere Aeußerungen derſelben. Menſchen mit vier, ſechs oder ſieben Fingern und Zehen. Stachelſchweinmenſchen. Vererbung von Krankheiten, namentlich von Geiſteskrankheiten. Erbſünde. Erbliche Monarchie. Erbadel. Erbliche

Seite

Talente und Seeleneigenſchaften. Materielle Urſachen der Vererbung. Zuſammenhang der Vererbung mit der Fortpflanzung. Urzeugung und Fortpflanzung. Ungeſchlechtliche oder monogone Fortpflanzung. Fortpflanzung durch Selbſttheilung. Moneren und Amoeben. Fortpflanzung durch Knospenbildung, durch Keimknospenbildung und durch Keimzellenbildung. Geſchlechtliche oder amphigone Fortpflanzung. Zwitterbildung oder Hermaphroditismus. Geſchlechtstrennung oder Gonochorismus. Jungfräuliche Zeugung oder Parthenogeneſis. Materielle Uebertragung der Eigenſchaften beider Eltern auf das Kind bei der geſchlechtlichen Fortpflanzung. Unterſchied der Vererbung bei der geſchlechtlichen und bei der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung.

Neunter Vortrag.

Vererbungsgeſetze. Anpaſſung und Ernährung 182

Unterſcheidung der erhaltenden und fortſchreitenden Vererbung. Geſetze der erhaltenden und conſervativen Erblichkeit: Vererbung ererbter Charaktere. Ununterbrochene oder continuirliche Vererbung. Unterbrochene oder latente Vererbung. Generationswechſel. Rückſchlag. Verwilderung. Geſchlechtliche oder ſexuelle Vererbung. Secundäre Sexualcharaktere. Gemiſchte oder amphigone Vererbung. Baſtardzeugung. Abgekürzte oder vereinfachte Vererbung. Geſetze der fortſchreitenden oder progreſſiven Erblichkeit: Vererbung erworbener Charaktere. Angepaßte oder erworbene Vererbung. Befeſtigte oder conſtituirte Vererbung. Gleichzeitige oder homochrone Vererbung. Gleichörtliche oder homotope Vererbung. Anpaſſung und Veränderlichkeit. Zuſammenhang der Anpaſſung und der Ernährung. Unterſcheidung der indirecten und directen Anpaſſung.

Zehnter Vortrag.

Anpaſſungsgeſetze 203

Geſetze der indirecten oder potentiellen Anpaſſung. Individuelle Anpaſſung. Monſtröſe oder ſprungweiſe Anpaſſung. Geſchlechtliche oder ſexuelle Anpaſſung. Geſetze der directen oder actuellen Anpaſſung. Allgemeine oder univerſelle Anpaſſung. Gehäufte oder cumulative Anpaſſung. Gehäufte Einwirkung der äußeren Exiſtenzbedingungen und gehäufte Gegenwirkung des Organismus. Der freie Wille. Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Uebung und Gewohnheit. Wechſelbezügliche oder correlative Anpaſſung.

Digitized by Google

Seite

Wechſelbeziehungen der Entwickelung. Correlation der Organe. Erklärung der indirecten oder potentiellen Anpaſſung durch die Correlation der Geſchlechtsorgane und der übrigen Körpertheile. Abweichende oder divergente Anpaſſung. Unbeſchränkte oder unendliche Anpaſſung.

Elfter Vortrag.

Die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Daſein. Arbeitstheilung und Fortſchritt 225

Wechſelwirkung der beiden organiſchen Bildungstriebe, der Vererbung und Anpaſſung. Natürliche und künſtliche Züchtung. Kampf um's Daſein oder Wettkampf um die Lebensbedürfniſſe. Mißverhältniß zwiſchen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der Zahl der wirklichen (actuellen) Individuen. Verwickelte Wechſelbeziehungen aller benachbarten Organismen. Wirkungsweiſe der natürlichen Züchtung. Gleichfarbige Zuchtwahl als Urſache der ſympathiſchen Färbungen. Geſchlechtliche Zuchtwahl als Urſache der ſecundären Sexualcharaktere. Geſetz der Sonderung oder Arbeitstheilung (Polymorphismus, Differenzirung, Divergenz des Charakters). Uebergang der Varietäten in Species. Begriff der Species. Baſtardzeugung. Geſetz des Fortſchritts oder der Vervollkommnung (Progreſſus, Teleoſis).

Zwölfter Vortrag.

Entwickelungsgeſetze der organiſchen Stämme und Individuen. Phylogenie und Ontogenie 250

Entwickelungsgeſetze der Menſchheit: Differenzirung und Vervollkommnung. Mechaniſche Urſache dieſer beiden Grundgeſetze. Fortſchritt ohne Differenzirung und Differenzirung ohne Fortſchritt. Entſtehung der rudimentären Organe durch Nichtgebrauch und Abgewöhnung. Ontogeneſis oder individuelle Entwickelung der Organismen. Allgemeine Bedeutung derſelben. Ontogenie oder individuelle Entwickelungsgeſchichte der Wirbelthiere, mit Inbegriff des Menſchen. Eifurchung. Entſtehung der Keimblätter. Entwickelungsgeſchichte des Centralnervenſyſtems, der Extremitäten, der Kiemenbogen und des Schwanzes bei den Wirbelthieren. Urſächlicher Zuſammenhang und Parallelismus der Ontogeneſis und Phylogeneſis, der individuellen und der Stammesentwickelung. Urſächlicher Zuſammenhang und Parallelismus der Phylogeneſis und der ſyſtematiſchen Entwickelung. Parallelismus der drei organiſchen Entwickelungsreihen.

Dreizehnter Vortrag.

Seite

Entwickelungstheorie des Weltalls und der Erde. Urzeugung. Kohlenſtofftheorie. Plaſtidentheorie 281

Entwickelungsgeſchichte der Erde. Kant's Entwickelungstheorie des Weltalls oder die kosmologiſche Gastheorie. Entwickelung der Sonnen, Planeten und Monde. Erſte Entſtehung des Waſſers. Vergleichung der Organismen und Anorgane. Organiſche und anorgiſche Stoffe. Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzuſtände. Eiweißartige Kohlenſtoffverbindungen. Organiſche und anorgiſche Formen. Kryſtalle und ſtructurloſe Organismen ohne Organe. Stereometriſche Grundformen der Kryſtalle und der Organismen. Organiſche und anorgiſche Kräfte. Lebenskraft. Wachsthum und Anpaſſung bei Kryſtallen und bei Organismen. Bildungstriebe der Kryſtalle. Einheit der organiſchen und anorgiſchen Natur. Urzeugung oder Archigonie. Autogonie und Plasmogonie. Entſtehung der Moneren durch Urzeugung. Entſtehung der Zellen aus Moneren. Zellentheorie. Plaſtidentheorie. Plaſtiden oder Bildnerinnen. Cytoden und Zellen. Vier verſchiedene Arten von Plaſtiden.

Vierzehnter Vortrag.

Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde 311

Chorologiſche Thatſachen und Urſachen. Einmalige Entſtehung der meiſten Arten an einem einzigen Orte: „Schöpfungsmittelpunkte“. Ausbreitung durch Wanderung. Active und paſſive Wanderungen der Thiere und Pflanzen. Transportmittel. Transport der Keime durch Waſſer und Wind. Beſtändige Veränderung der Verbreitungsbezirke durch Hebungen und Senkungen des Bodens. Chorologiſche Bedeutung der geologiſchen Vorgänge. Einfluß des Klima-Wechſels. Eiszeit oder Glacial-Periode. Ihre Bedeutung für die Chorologie. Bedeutung der Wanderungen für die Entſtehung neuer Arten. Iſolirung der Coloniſten. Wagner's „Migrationsgeſetz“. Verhältniß der Migrationstheorie zur Selectionstheorie. Uebereinſtimmung ihrer Folgerungen mit der Deſcendenztheorie.

Fünfzehnter Vortrag.

Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden 333

Reform der Syſtematik durch die Deſcendenztheorie. Das natürliche Syſtem als Stammbaum. Paläontologiſche Urkunden des Stammbaumes. Die

TAYLOR INST. OXFORD

Seite

Verſteinerungen als Denkmünzen der Schöpfung. Ablagerung der neptuniſchen Schichten und Einfluß der organiſchen Reſte. Eintheiiung der organiſchen Erdgeſchichte in fünf Hauptperioden: Zeitalter der Tängwälder, Farnwälder, Nadelwälder, Laubwälder und Culturwälder. Syſtem der neptuniſchen Schichten. Unermeßliche Dauer der während ihrer Bildung verfloſſenen Zeiträume. Ablagerung der Schichten nur während der Senkung, nicht während der Hebung des Bodens. Andere Lücken der Schöpfungsurkunde. Metamorphiſcher Zuſtand der älteſten neptuniſchen Schichten. Geringe Ausdehnung der paläontologiſchen Erfahrungen. Geringer Bruchtheii der verſteinerungsfähigen Organismen und organiſchen Körpertheile. Seltenheit vieler verſteinerten Arten. Mangel foſſiler Zwiſchenformen. Die Schöpfnngsurkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Sechszehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Protiſtenreichs 364

Specielle Durchführung der Deſcendenztheorie in dem natürlichen Syſtem der Organismen. Conſtruction der Stammbäume. Abſtammung aller mehrzelligen Organismen von einzelligen. Abſtammung der Zellen von Moneren. Begriff der organiſchen Stämme oder Phylen. Zahl der Stämme des Thierreichs und des Pflanzenreichs. Einheitliche oder monophyletiſche und vielheitliche oder polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe. Das Reich der Protiſten oder Urweſen. Die Claſſen des Protiſtenreichs. Moneren. Amoeben. Geißelſchwärmer oder Flagellaten. Flimmerkugeln oder Catallacten. Infuſorien. Ciliaten und Acineten. Labyrinthläufer oder Labyrinthuleen. Kieſelzellen oder Diatomeen. Myxomyceten. Wurzelfüßer oder Rhizopoden. Bemerkungen zur allgemeinen Naturgeſchichte der Protiſten: ihre Lebenserſcheinungen, chemiſche Zuſammenſetzung und Formbildung (Individualität und Grundform). Phylogenie des Protiſtenreichs.

Siebzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Pflanzenreichs 403

Das natürliche Syſtem des Pflanzenreichs. Eintheilung des Pflanzenreichs in ſechs Hauptclaſſen und neunzehn Claſſen. Unterreich der Blumenloſen (Cryptogamen). Stammgruppe der Thallusyflanzen. Tange oder Algen (Urtange, Grüntange, Brauntange, Rothtange, Mostange). Fadenpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze). Stammgruppe der Prothallusyflanzen.

Seite

Moſe oder Muscinen (Lebermoſe, Laubmoſe) Farne oder Filicinen (Laubfarne, Schaftfarne, Waſſerfarne, Schuppenfarne). Unterreich der Blumenpflanzen (Phanerogamen). Nacktſamige oder Gymnoſpermen. Palmfarne (Cycadeen). Nadelhölzer (Coniferen) Meningos (Gnetaceen). Deckſamige oder Angioſpermen. Monocotylen. Dicotylen. Kelchblüthige (Apetalen). Sternblüthige (Diapetalen). Glockenblüthige (Gamopetalen).

Achtzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs. I. Pflanzenthiere und Wurmthiere 437

Das natürliche Syſtem des Thierreichs. Syſtem von Linné und Lamarck. Die vier Typen von Baer und Cuvier. Vermehrung derſelben auf ſieben Typen. Genealogiſche Bedeutung der ſieben Typen als ſelbſtſtändiger Stämme des Thierreichs. Die fünf erſten Keimformen und die entſprechenden fünf älteſten Stammformen der Thiere: Moneren, Amoeben, Moräa, Blaſtäa, Gaſträa. Monophyletiſche und polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe des Thierreichs. Abſtammung der Pflanzenthiere und Würmer von der Gaſtraea. Cölenterien und Bilaterien. Gemeinſamer Urſprung der vier höheren Thierſtämme aus dem Würmerſtamm. Eintheilung der ſechs Thierſtämme in 20 Hauptclaſſen und 40 Claſſen. Stamm der Pflanzenthiere. Gaſtraeaden (Gaſtraea und Gaſtrula). Schwämme oder Spongien (Schleimſchwämme, Faſerſchwämme, Kalkſchwämme). Neſſelthiere oder Akalephen (Polypen, Korallen, Schirmquallen, Staatsquallen, Kammquallen). Stamm der Wurmthiere oder Helminthen. Einaxige und zweiſeitige Grundform. Nervenſyſtem. Urwürmer. Plattwürmer. Rundwürmer. Moosthiere. Räderthiere. Sternwürmer. Mantelthiere.

Neunzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs. II. Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere 477

Stamm der Weichthiere oder Mollusken. Drei Hauptclaſſen der Weichthiere: Schnecken (Cochliden). Muſcheln (Conchaden). Kracken (Cephalopoden). Stamm der Sternthiere oder Echinodermen. Abſtammung derſelben von den gegliederten Würmern (Panzerwürmern oder Phrakthelminthen). Generationswechſel der Echinodermen. Sechs Claſſen der Sternthiere: See-

Digitized by Google

Seite

ſterne (Aſteriden). Seeſtrahlen (Ophiuren). Seelilien (Crinoiden). Seeknospen (Blaſtoiden). Seeigel (Echiniden). Seegurken (Holothurien). Stamm der Gliederthiere oder Articulaten. Drei Hauptclaſſen der Gliederthiere: Ringelthiere oder Anneliden (Egel und Borſtenwürmer). Cruſtenthiere oder Cruſtaceen (Krebsthiere und Schildthiere). Luftrohrthiere oder Tracheaten (Protracheaten, Myriapoden, Arachniden, Inſecten). Kauende und ſaugende Inſecten. Stammbaum und Geſchichte der acht Inſecten-Ordnungen.

Zwanzigſter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs. III. Wirbelthiere . . 518

Die Schöpfungsurkunden der Wirbelthiere (Vergleichende Anatomie, Embryologie und Paläontologie). Das natürliche Syſtem der Wirbelthiere. Die vier Claſſen der Wirbelthiere von Linné und Lamarck. Vermehrung derſelben auf acht Claſſen. Hauptclaſſe der Rohrherzen oder Schädelloſen (Lanzettthiere). Blutsverwandtſchaft der Schädelloſen mit den Mantelthieren. Uebereinſtimmung in der embryonalen Entwickelung des Amphioxus und der Ascidien. Urſprung des Wirbelthierſtammes aus der Würmergruppe. Hauptclaſſe der Unpaarnaſen oder Rundmäuler (Inger und Lampreten). Hauptclaſſe der Anamnien oder Amnionloſen. Fiſche (Urfiſche, Schmelzfiſche, Knochenfiſche). Lurchfiſche oder Dipneuſten. Lurche oder Amphibien (Panzerlurche, Nacktlurche). Hauptclaſſe der Amnionthiere oder Amnioten. Reptilien (Stammreptilien, Eidechſen, Schlangen, Crocodile, Schildkröten, Seedrachen oder Haliſaurier, Flugreptilien, Drachen, Säugerreptilien). Vögel (Urvögel, Zahnvögel, Straußvögel, Kielvögel).

Einundzwanzigſter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs. IV. Säugethiere . . 557

Syſtem der Säugethiere nach Linné und nach Blainville. Drei Unterclaſſen der Säugethiere (Ornithodelphien, Didelphien, Monodelphien). Ornithodelphien oder Monotremen. Schnabelthiere (Ornithoſtomen). Didelphien oder Marſupialien. Pflanzenfreſſende und fleiſchfreſſende Beutelthiere. Monodelphien oder Placentalien (Placentalthiere). Bedeutung der Placenta. Zottenplacentner. Gürtelplacentner. Scheibenplacentner. Decidualoſe oder Indeciduen. Hufthiere. Unpaarhufer und Paarhufer. Walthiere. Deciduathiere oder Deciduaten. Halbaffen. Zahnarme. Nagethiere. Scheinhufer. Inſectenfreſſer. Raubthiere. Flederthiere. Affen.

Zweiundzwanzigſter Vortrag.

Seite
Urſprung und Stammbaum des Menſchen 586

Die Anwendung der Deſcendenztheorie auf den Menſchen. Unermeßliche Bedeutung und logiſche Nothwendigkeit derſelben. Stellung des Menſchen im natürlichen Syſtem der Thiere, insbeſondere unter den discoplacentalen Säugethieren. Unberechtigte Trennung der Vierhänder und Zweihänder. Berechtigte Trennung der Halbaffen von den Affen. Stellung des Menſchen in der Ordnung der Affen. Schmalnaſen (Affen der alten Welt) und Plattnaſen (amerikaniſche Affen). Unterſchiede beider Gruppen. Entſtehung des Menſchen aus Schmalnaſen. Menſchenaffen oder Anthropoiden. Afrikaniſche Menſchenaffen (Gorilla und Schimpanſe). Aſiatiſche Menſchenaffen (Orang und Gibbon). Vergleichung der verſchiedenen Menſchenaffen und der verſchiedenen Menſchenraſſen. Ueberſicht der Ahnenreihe des Menſchen: Wirbelloſe Ahnen und Wirbelthier-Ahnen.

Dreiundzwanzigſter Vortrag.

Wanderung und Verbreitung des Menſchengeſchlechts. Menſchenarten und Menſchenraſſen 616

Alter des Menſchengeſchlechts. Urſachen der Entſtehung deſſelben. Der Urſprung der menſchlichen Sprache. Einſtämmiger (monophyletiſcher) und vielſtämmiger (polyphyletiſcher) Urſprung des Menſchengeſchlechts. Abſtammung der Menſchen von vielen Paaren. Claſſification der Menſchenraſſen. Syſtem der zwölf Menſchenarten. Wollhaarige Menſchen oder Ulotrichen. Büſchelhaarige (Papuas, Hottentotten). Vließhaarige (Kaffern, Neger). Schlichthaarige Menſchen oder Liſſotrichen. Straffhaarige (Auſtralier, Malayen, Mongolen, Arktiker, Amerikaner). Lockenhaarige (Dravidas, Nubier, Mittelländer). Bevölkerungszahlen. Urheimath des Menſchen (Südaſien oder Lemurien). Beſchaffenheit des Urmenſchen. Zahl der Urſprachen (Monoglottonen und Polyglottonen). Divergenz und Wanderung des Menſchengeſchlechts. Geographiſche Verbreitung der Menſchenarten.

Vierundzwanzigſter Vortrag.

Einwände gegen und Beweiſe für die Wahrheit der Deſcendenztheorie 650

Einwände gegen die Abſtammungslehre. Einwände des Glaubens und der Vernunft. Unermeßliche Länge der geologiſchen Zeiträume. Uebergangs-

Seite

formen zwiſchen den verwandten Species. Abhängigkeit der Formbeſtändigkeit von der Vererbung, und des Formwechſels von der Anpaſſung. Entſtehung ſehr zuſammengeſetzter Organiſationseinrichtungen. Stufenweiſe Entwickelung der Inſtincte und Seelenthätigkeiten. Entſtehung der aprioriſchen Erkenntniſſe aus aposterioriſchen. Erforderniſſe für das richtige Verſtändniß der Abſtammungslehre. Nothwendige Wechſelwirkung der Empirie und Philoſophie. Beweiſe für die Deſcendenztheorie. Innerer urſächlicher Zuſammenhang aller biologiſchen Erſcheinungsreihen. Der directe Beweis der Selectionstheorie. Verhältniß der Deſcendenztheorie zur Anthropologie. Beweiſe für den thieriſchen Urſprung des Menſchen. Die Pithecoidentheorie als untrennbarer Beſtandtheil der Deſcendenztheorie. Induction und Deduction. Stufenweiſe Entwickelung des menſchlichen Geiſtes. Körper und Geiſt. Menſchenſeele und Thierſeele. Blick in die Zukunft.

Verzeichniß der im Texte angeführten Schriften 683
Erklärung der Tafeln 688
Taf. I. Lebensgeſchichte eines einfachſten Organismus, eines Moneres (*Protomyxa aurantiaca*) 688
Taf. II und III. Keime oder Embryonen von vier Wirbelthieren (Schildkröte, Huhn, Hund, Menſch) 689
Taf. IV. Hand von neun verſchiedenen Säugethieren 689
Taf. V. Stammbaum des Pflanzenreichs, paläontologiſch begründet . . 690
Taf. VI. Geſchichtliches Wachsthum der ſechs Thierſtämme 691
Taf. VII. Gruppe von Pflanzenthieren im Mittelmeere 691
Taf. VIII und IX. Generationswechſel der Sternthiere 694
Taf. X und XI. Entwickelungsgeſchichte der Krebsthiere oder Cruſtaceen 696
Taf. XII und XIII. Entwickelungsgeſchichte der Aſcidie und des Amphioxus 699
Taf. XIV. Stambaum der Wirbelthiere, paläontologiſch begründet . . 701
Taf. XV. Hypothetiſche Skizze des monophyletiſchen Urſprungs und der Verbreitung der zwölf Menſchen-Species über die Erde 703
Taf. XVI. Tiefſee-Radiolarien des Challenger 704
Taf. XVII. Farnwald der Steinkohlenzeit 706
Regiſter 708

Verzeichniß der Stammbäume.

		Seite
1.	Einſtämmiger Stammbaum der Organismen	400
2.	Vielſtämmiger Stammbaum der Organismen	401
3.	Einſtämmiger Stammbaum des Pflanzenreichs	409
4.	Einſtämmiger Stammbaum des Thierreichs	453
5.	Stammbaum der Neſſelthiere oder Acalephen	467
6.	„ „ Wurmthiere oder Helminthen	469
7.	„ „ Weichthiere oder Mollusken	481
8.	„ „ Sternthiere oder Echinodermen	491
9.	„ „ Gliederthiere oder Articulaten	499
10.	„ „ Kruſtenthiere oder Cruſtaceen	505
11.	„ „ Luftrohrthiere oder Tracheaten	511
12.	„ „ Wirbelthiere oder Vertebraten	529
13.	„ „ amnionloſen Schädelthiere (Fiſche ꝛc.)	533
14.	„ „ Sauropſiden (Reptilien und Vögel)	549
15.	„ „ Säugethiere oder Mammalien	567
16.	„ „ Pferde oder Equinen	576
17.	„ „ Hufthiere oder Ungulaten	579
18.	„ „ Affen und Menſchen	593
19.	„ „ Menſchen-Arten und Menſchen-Raſſen	629
20.	„ „ hamoſemitiſchen Raſſe	648
21.	„ „ indogermaniſchen Raſſe	649

Verzeichniß der systematischen Tabellen.

		Seite
1.	Systematische Uebersicht des Protistenreichs	377
2.	Systematische Uebersicht des Pflanzenreichs	408
3.	Die fünf ersten Entwickelungsstufen des Thierkörpers	449
4.	Systematische Uebersicht des Thierreichs	452
5.	„ „ der Pflanzenthiere oder Zoophyten	456
6.	„ „ „ Nesseltbiere oder Akalephen	466
7.	„ „ „ Wurmthiere oder Helminthen	468
8.	„ „ „ Weichthiere oder Mollusken	480
9.	„ „ „ Sternthiere oder Echinodermen	490
10.	„ „ „ Gliederthiere oder Articulaten	498
11.	„ „ „ Krustenthiere oder Crustaceen	504
12.	„ „ „ Luftrohrthiere oder Tracheaten	510
13.	„ „ „ Insecten-Ordnungen	517
14.	„ „ „ Wirbelthier-Hauptclassen	524
15.	„ „ „ Wirbelthier-Classen	528
16.	„ „ „ Fisch-Ordnungen	532
17.	„ „ „ Reptilien-Ordnungen	548
18.	„ „ „ Vögel-Ordnungen	556
19.	„ „ „ Schnabelthiere und Beutelthiere	565
20.	„ „ „ Placentalthier-Ordnungen	566
21.	„ „ „ Säugethier-Unterclassen	570
22.	„ „ „ Hufthiere oder Ungulaten	578
23.	„ „ „ Affen-Familien	592
24.	„ „ „ Thier-Ahnen des Menschen	600
25.	„ „ des menschlichen Stammbaums	615
26.	„ „ der Menschen-Arten und Menschen-Rassen	628
27.	Statistische Uebersicht der Menschen-Arten	647

Vorwort

zur ersten Auflage.

Die vorliegenden freien Vorträge über „natürliche Schöpfungsgeschichte" sind im Wintersemester $18\frac{7}{8}$ vor einem aus Laien und Studirenden aller Facultäten zusammengesetzten Publicum hier von mir gehalten, und von zweien meiner Zuhörer, den Studirenden Hörnlein und Römheld, stenographirt worden. Abgesehen von den redactionellen Veränderungen des stenographischen Manuscripts, habe ich an mehreren Stellen Erörterungen weggelassen, welche für meinen engeren Zuhörerkreis von besonderem Interesse waren, und dagegen an anderen Stellen Erläuterungen eingefügt, welche mir für den weiteren Leserkreis erforderlich schienen. Die Abkürzungen betreffen besonders die erste Hälfte, die Zusätze dagegen die zweite Hälfte der Vorträge.

Die „natürliche Schöpfungsgeschichte" oder richtiger ausgedrückt: die „natürliche Entwickelungslehre", deren selbstständige Förderung und weitere Verbreitung den Zweck dieser Vorträge bildet, ist seit nun bald zehn Jahren durch die große Geistesthat von Charles Darwin in ein neues Stadium ihrer Entwickelung getreten. Was frühere Anhänger derselben nur unbestimmt andeuteten oder ohne Erfolg aussprachen, was schon Wolfgang Goethe mit dem prophetischen Genius des Dichters, weit seiner Zeit vorauseilend, ahnte, was Jean Lamarck bereits, unverstanden von seinen befangenen Zeitgenossen, zu einer klaren wissenschaftlichen Theorie formte, das ist

durch das epochemachende Werk von Charles Darwin unveräußerliches Erbgut der menschlichen Erkenntniß und die erste Grundlage geworden, auf der alle wahre Wissenschaft in Zukunft weiter bauen wird. „Entwickelung" heißt von jetzt an das Zauberwort, durch das wir alle uns umgebenden Räthsel lösen, oder wenigstens auf den Weg ihrer Lösung gelangen können. Aber wie Wenige haben dieses Losungswort wirklich verstanden, und wie Wenigen ist seine weltumgestaltende Bedeutung klar geworden! Befangen in der mythischen Tradition von Jahrtausenden, und geblendet durch den falschen Glanz mächtiger Autoritäten, haben selbst hervorragende Männer der Wissenschaft in dem Siege der Entwickelungstheorie nicht den größten Fortschritt, sondern einen gefährlichen Rückschritt der Naturwissenschaft erblickt, und namentlich den biologischen Theil derselben, die Abstammungslehre oder Descendenztheorie, unrichtiger beurtheilt, als der gesunde Menschenverstand des gebildeten Laien.

Diese Wahrnehmung vorzüglich war es, welche mich zur Veröffentlichung dieser gemeinverständlichen wissenschaftlichen Vorträge bestimmte. Ich hoffe dadurch der Entwickelungslehre, welche ich für die größte Eroberung des menschlichen Geistes halte, manchen Anhänger auch in jenen Kreisen der Gesellschaft zuzuführen, welche zunächst nicht mit dem empirischen Material der Naturwissenschaft, und der Biologie insbesondere, näher vertraut, aber durch ihr Interesse an dem Naturganzen berechtigt, und durch ihren natürlichen Menschenverstand befähigt sind, die Entwickelungstheorie zu begreifen und als Schlüssel zum Verständniß der Erscheinungswelt zu benutzen. Die Form der freien Vorträge, in welcher hier die Grundzüge der allgemeinen Entwickelungsgeschichte behandelt sind, hat mancherlei Nachtheile. Aber ihre Vorzüge, namentlich der freie und unmittelbare Verkehr zwischen dem Vortragenden und dem Zuhörer, überwiegen in meinen Augen die Nachtheile bedeutend.

Der lebhafte Kampf, welcher in den letzten Jahren um die Entwickelungslehre entbrannt ist, muß früher oder später nothwendig mit ihrer allgemeinen Anerkennung endigen. Dieser glänzendste Sieg

des erkennenden Verstandes über das blinde Vorurtheil, der höchste Triumph, den der menschliche Geist erringen konnte, wird sicherlich mehr als alles Andere nicht allein zur geistigen Befreiung, sondern auch zur sittlichen Vervollkommnung der Menschheit beitragen. Zwar haben nicht nur diejenigen engherzigen Leute, die als Angehörige einer bevorzugten Kaste jede Verbreitung allgemeiner Bildung überhaupt scheuen, sondern auch wohlmeinende und edelgesinnte Männer die Befürchtung ausgesprochen, daß die allgemeine Verbreitung der Entwickelungstheorie die gefährlichsten moralischen und socialen Folgen haben werde. Nur die feste Ueberzeugung, daß diese Besorgniß gänzlich unbegründet ist, und daß im Gegentheil jeder große Fortschritt in der wahren Naturerkenntniß unmittelbar oder mittelbar auch eine entsprechende Vervollkommnung des sittlichen Menschenwesens herbeiführen muß, konnte mich dazu ermuthigen, die wichtigsten Grundzüge der Entwickelungstheorie in der hier vorliegenden Form einem weiteren Kreise zugänglich zu machen.

Den wißbegierigen Leser, welcher sich genauer über die in diesen Vorträgen behandelten Gegenstände zu unterrichten wünscht, verweise ich auf die im Texte mit Ziffern angeführten Schriften, welche am Schlusse desselben im Zusammenhang verzeichnet sind. Bezüglich derjenigen Beiträge zum Ausbau der Entwickelungslehre, welche mein Eigenthum sind, verweise ich insbesondere auf meine 1866 veröffentlichte „Generelle Morphologie der Organismen" (Erster Band: Allgemeine Anatomie oder Wissenschaft von den entwickelten Formen; Zweiter Band: Allgemeine Entwickelungsgeschichte oder Wissenschaft von den entstehenden Formen). Dies gilt namentlich von meiner im ersten Bande ausführlich begründeten Individualitätslehre und Grundformenlehre, auf welche ich in diesen Vorträgen nicht eingehen konnte, und von meiner im zweiten Bande enthaltenen mechanischen Begründung des ursächlichen Zusammenhangs zwischen der individuellen und der paläontologischen Entwickelungsgeschichte. Der Leser, welcher sich specieller für das natürliche System der Thiere, Pflanzen und Protisten, sowie für die darauf begründeten Stammbäume inter-

Digitized by Google

essirt, findet darüber das Nähere in der systematischen Einleitung zum zweiten Bande der generellen Morphologie.

So unvollkommen und mangelhaft diese Vorträge auch sind, so hoffe ich doch, daß sie dazu dienen werden, das segensreiche Licht der Entwickelungslehre in weiteren Kreisen zu verbreiten. Möchte dadurch in vielen denkenden Köpfen die unbestimmte Ahnung zur klaren Gewißheit werden, daß unser Jahrhundert durch die endgültige Begründung der Entwickelungstheorie, und namentlich durch die Entdeckung des menschlichen Ursprungs, den bedeutendsten und ruhmvollsten Wendepunkt in der ganzen Entwickelungsgeschichte der Menschheit bildet. Möchten dadurch viele Menschenfreunde zu der Ueberzeugung geführt werden, wie fruchtbringend und segensreich dieser größte Fortschritt in der Erkenntniß auf die weitere fortschreitende Entwickelung des Menschengeschlechts einwirken wird, und an ihrem Theile werkthätig zu seiner Ausbreitung beitragen. Möchten aber vor Allem dadurch recht viele Leser angeregt werden, tiefer in das innere Heiligthum der Natur einzudringen, und aus der nie versiegenden Quelle der natürlichen Offenbarung mehr und mehr jene höchste Befriedigung des Verstandes durch wahre Naturerkenntniß, jenen reinsten Genuß des Gemüthes durch tiefes Naturverständniß, und jene sittliche Veredelung der Vernunft durch einfache Naturreligion schöpfen, welche auf keinem anderen Wege erlangt werden kann.

Jena, am 18. August 1868.

Ernst Heinrich Haeckel.

Vorwort

zur siebenten Auflage.

Die erstaunlichen und höchst erfreulichen Fortschritte der Entwickelungslehre in den letzten Jahren haben eine theilweise Umarbeitung dieser siebenten Auflage der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" nöthig gemacht. Vollständig umgearbeitet ist namentlich der vierte Abschnitt, die Stammesgeschichte der Organismen (XVI.—XXI. Vortrag). Durch die zahlreichen und wichtigen Beiträge aus dem Gebiete der vergleichenden Anatomie und Keimesgeschichte, der Paläontologie und Systematik, welche der emsige Fleiß zahlreicher vortrefflicher Arbeiter im letzten Decennium zu Tage gefördert hat, ist die Stammesgeschichte oder Phylogenie der Organismen so sehr gefördert und befestigt, daß sie bereits ihrer älteren und begünstigteren Schwester, der Geologie, als ebenbürtig und gleichberechtigt an die Seite treten darf. Die Stammbäume der organischen Formen-Gruppen, die ich zuerst in meiner „Generellen Morphologie" (1866) aufstellte und in den früheren Auflagen der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" soviel wie möglich ausführte und verbesserte, dürften ihren Zweck bereits theilweise erreicht und als heuristische Hypothesen zur Enträthselung der dunkeln und verwickelten Stammverwandtschaft der lebendigen Erdbevölkerung gute Dienste geleistet haben. Das scheint mir namentlich daraus hervorzugehen, daß meine Stammbäume be-

reits vielfach von systematischen Special-Forschern benutzt, berichtigt und erweitert worden sind. Diese Fortschritte der Phylogenie legten mir aber zugleich die Pflicht auf, sie in dieser neuen Auflage zu verwerthen, und ich habe dem entsprechend das ganze System des Protistenreichs, Pflanzenreichs und Thierreichs aufs Neue durchgearbeitet und die Grundzüge der Classification, die systematischen Tabellen und die zugehörigen Stammbäume, wie ich glaube, wesentlich verbessert und der Wahrheit näher geführt. Unvollständig und lückenhaft, zum Theil unsicher und schwankend, muß ja das Hypothesen-Gebäude der Phylogenie (— der Natur der Sache nach! —) immer bleiben, gerade so wie dasjenige der Geologie. Aber das hindert nicht, daß wir der ersteren ein ebenso lebhaftes und dankbares Interesse zuwenden, wie es die letztere schon seit einem Jahrhundert genießt. Sicher wird für alle Zukunft die natürliche Entwickelungsgeschichte der Organismen einer der würdigsten und wichtigsten Gegenstände wissenschaftlicher Forschung bleiben, wenn auch von ihr in höherem Grade als von vielen anderen Wissenschaften Goethe's Wort gilt: „Irrthum verläßt uns nie; doch zieht ein höher Bedürfniß leise den strebenden Geist näher zur Wahrheit hinan".

Da meine Versuche einer phylogenetischen Classification der Organismen, wie sie in den vorliegenden systematischen Tabellen und Stammbäumen ihren einfachsten und übersichtlichsten Ausdruck finden, nicht nur bei vielen systematischen Naturforschern, sondern auch in weiteren Kreisen Theilnahme gefunden haben, so erlaube ich mir mit wenigen Worten die wichtigsten Verbesserungen anzudeuten, welche diese neue Auflage zu bringen hofft. Das Protistenreich ist entsprechend der Bearbeitung, welche ich von demselben in einer kleinen populären Schrift (1878) gegeben habe, nach Inhalt und Umfang schärfer begrenzt und namentlich dadurch zu größerer Selbstständigkeit erhoben worden, daß ich auch die sogenannten „Urthiere oder Protozoen" aus dem Thierreiche entfernt und zu den Protisten hinüber gestellt habe. (Vergl. „Das Protistenreich. Eine populäre

Ueberſicht über das Formen-Gebiet der niederſten Lebeweſen". Leipzig, 1878.) Ihre Begründung und Rechtfertigung findet dieſe eingreifende (— und wie ich glaube, erſprießliche —) Reform in den Beobachtungen und Reflexionen, welche ich 1877 in meinen „Studien zur Gaſträa-Theorie" gegeben habe (II. Heft der biologiſchen Studien, Jena, 1877). Ich habe ferner auf Grund dieſer Gaſträa-Theorie die Zahl der eigentlichen Thierſtämme (Metazoa) auf ſechs beſchränkt, und den Pflanzenthieren (Zoophyten oder Cölenterien) die fünf übrigen Stämme als Bilaterien gegenübergeſtellt, um dadurch die näheren Beziehungen der Stammverwandtſchaft zwiſchen letzteren auszudrücken. Die Pflanzenthiere oder Cöleuterien habe ich, abweichend von früheren Aufſtellungen, in drei verſchiedene Hauptclaſſen eingetheilt, da die Gaſträaden, obwohl von ſehr beſchränktem Umfang, doch begrifflich ſowohl von den Schwammthieren als von den Neſſelthieren getrennt werden müſſen, in phylogenetiſcher Beziehung aber (— als die gemeinſame Stammgruppe aller Metazoen —) eben ſowohl jenen beiden Claſſen als allen Bilaterien-Claſſen gegenüber geſtellt werden müſſen. Die neue Anordnung der Neſſelthiere, welche ich hier (abweichend von den herrſchenden Anſchauungen und theilweiſe auf frühere Verſuche zurückgreifend) gegeben habe, werde ich in meiner demnächſt erſcheinenden „Monographie der Medуſen" ausführlich rechtfertigen.

Ebenſo bin ich auf ältere Anſchauungen zurückgegangen, indem ich die gegliederten, mit metameren Organen und Bauchmark verſehenen Ringelthiere (Annelida) von den Würmern entfernt und mit den Gliederfüßlern (Arthropoda) in der alten Hauptabtheilung der Gliederthiere (Articulata) vereinigt habe. Dadurch iſt ebenſo für dieſe letzteren, wie für die Hauptgruppe der eigentlichen (ungegliederten) Wurmthiere (Helminthes) eine einheitliche Auffaſſung und befriedigende morphologiſche Characteriſtik möglich geworden; ſelbſtverſtändlich ſoll aber damit der phylogenetiſche Zuſammenhang beider Stämme ebenſo wenig geleugnet werden, als derjenige zwiſchen den Wurmthieren und den drei anderen, höheren Thier-

stämmen. Von diesen letzteren treten hier die Weichthiere (Mollusca) und Sternthiere (Echinoderma) in einer verbesserten Abgrenzung und Anordnung ihrer größeren Gruppen auf. Dagegen sind die Hauptabtheilungen der Wirbelthiere (Vertebrata) dieselben geblieben, wie ich sie 1866 in dem phylogenetischen System der „generellen Morphologie" aufgestellt hatte. Andrerseits war es hier, in Folge der wichtigen paläontologischen Entdeckungen der letzten Jahre, möglich geworden, die Systeme und Stammbäume der einzelnen Classen, namentlich der Reptilien und Säugethiere, wesentlich zu verbessern. Auf eine Aenderung des anthropologischen Systems (im fünften Abschnitt) habe ich nach reiflicher Ueberlegung aus dem Grunde verzichtet, weil die systematischen und phylogenetischen Ansichten selbst der besseren Anthropologen gegenwärtig noch so weit aus einander gehen und sich in so wesentlichen Punkten widersprechen, daß keins ihrer Systeme mir einen unbedingten Vorzug vor meinem provisorischen Versuche zu besitzen scheint.

Die anfänglich gehegte Absicht, auch die Vorträge der ersten Abschnitte theilweise umzuarbeiten und durch Aufnahme neuerer Beiträge zur allgemeinen Entwickelungslehre zu bereichern, habe ich später deshalb aufgegeben, weil der Umfang des Buchs dadurch allzusehr ausgedehnt oder vielmehr ein neues, doppelt so umfangreiches Werk entstanden wäre. Statt dessen habe ich das Verzeichniß empfehlenswerther Schriften über die Entwickelungslehre (am Schlusse des Textes) wesentlich erweitert und darin die wichtigsten unter den zahlreichen Werken hervorgehoben, die neuerdings zum Ausbau der Entwickelungslehre beigetragen haben. Eine ausführliche Besprechung der einschlägigen Literatur liefern die Jahresberichte über „die Fortschritte des Darwinismus" (Cöln und Leipzig, E. H. Mayer), sowie zahlreiche treffliche Aufsätze in den bisher erschienenen 4 Bänden des „Kosmos", Zeitschrift für einheitliche Weltanschauung auf Grund der Entwickelungslehre. Leipzig, Ernst Günther's Verlag. 1877—1879. Zahlreiche andere Literatur-Nachweise finden sich in Charles Darwin's „Gesammelten Werken" (Stuttgart, 1878).

Digitized by Google

Die erste Auflage der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte“ erschien im Herbst 1868, die sechste im Frühjahr 1875. Acht Uebersetzungen erschienen in nachstehender Reihenfolge: 1871 die polnische, 1872 die dänische, 1873 die russische, 1874 die französische, 1875 die serbische, 1876 die englische, 1877 die holländische und 1878 die spanische Uebersetzung.

Jena, den 16. Februar 1879.

Ernst Heinrich Haeckel.

Die Natur.

Natur! Wir ſind von ihr umgeben und umſchlungen — unvermögend aus ihr herauszutreten, und unvermögend, tiefer in ſie hinein zu kommen. Ungebeten und ungewarnt nimmt ſie uns in den Kreislauf ihres Tanzes auf und treibt ſich mit uns fort, bis wir ermüdet ſind und ihrem Arme entfallen.

Sie ſchafft ewig neue Geſtalten; was da iſt, war noch nie; was war, kommt nicht wieder: Alles iſt neu und doch immer das Alte.

Sie ſcheint alles auf Individualität angelegt zu haben, und macht ſich Nichts aus den Individuen. Sie baut immer und zerſtört immer, und ihre Werkſtätte iſt unzugänglich.

Sie lebt in lauter Kindern; und die Mutter, wo iſt ſie? Sie iſt die einzige Künſtlerin: aus dem ſimpelſten Stoffe zu den größten Contraſten: ohne Schein der Anſtrengung zu der größten Vollendung; zur genaueſten Beſtimmtheit, immer mit etwas Weichem überzogen. Jedes ihrer Werke hat ein eigenes Weſen, jede ihrer Erſcheinungen den iſolirteſten Begriff, und doch macht alles Eins aus.

Es iſt ein ewiges Leben, Werden und Bewegen in ihr, und doch rückt ſie nicht weiter. Sie verwandelt ſich ewig, und iſt kein Moment Stillſtehen in ihr. Für's Bleiben hat ſie keinen Begriff, und ihren Fluch hat ſie an's Stillſtehen gehängt. Sie iſt feſt: ihr Tritt iſt gemeſſen, ihre Ausnahmen ſelten, ihre Geſetze unwandelbar.

Sie läßt jedes Kind an ihr künſteln, jeden Thoren über ſie richten, tauſende ſtumpf über ſie hingehen und nichts ſehen, und hat an allen ihre Freude und findet bei allen ihre Rechnung.

Digitized by Google

Man gehorcht ihren Geſetzen, auch wenn man ihnen widerſtrebt; man wirkt mit ihr, auch wenn man gegen ſie wirken will. Sie macht Alles, was ſie giebt, zur Wohlthat; denn ſie macht es erſt unentbehrlich. Sie ſäumt, daß man ſie verlange; ſie eilt, daß man ſie nicht ſatt werde.

Sie hat keine Sprache noch Rede, aber ſie ſchafft Zungen und Herzen, durch die ſie fühlt und ſpricht. Ihre Krone iſt die Liebe; nur durch ſie kommt man ihr nahe. Sie macht Klüfte zwiſchen allen Weſen, und Alles will ſie verſchlingen. Sie hat alles iſolirt, um alles zuſammen zu ziehen. Durch ein paar Züge aus dem Becher der Liebe hält ſie für ein Leben voll Mühe ſchadlos.

Sie iſt alles. Sie belohnt ſich ſelbſt und beſtraft ſich ſelbſt, erfreut und quält ſich ſelbſt. Sie iſt rauh und gelinde, lieblich und ſchrecklich, kraftlos und allgewaltig. Alles iſt immer da in ihr. Vergangenheit und Zukunft kennt ſie nicht. Gegenwart iſt ihr Ewigkeit. Sie iſt gütig. Ich preiſe ſie mit allen ihren Werken. Sie iſt weiſe und ſtill. Man reißt ihr keine Erklärung vom Leibe, trutzt ihr kein Geſchenk ab, daß ſie nicht freiwillig giebt, Sie iſt liſtig, aber zu gutem Ziele, und am beſten iſt's, ihre Liſt nicht zu merken.

Sie iſt ganz, und doch immer unvollendet. So wie ſie's treibt, kann ſie's immer treiben. Jedem erſcheint ſie in einer eigenen Geſtalt. Sie verbirgt ſich in tauſend Namen und Termen, und iſt immer dieſelbe.

Sie hat mich hereingeſtellt, ſie wird mich auch herausführen. Ich vertraue mich ihr. Sie mag mit mir ſchalten; ſie wird ihr Werk nicht haſſen. Ich ſprach nicht von ihr: nein, was wahr iſt und was falſch iſt, alles hat ſie geſprochen. Alles iſt ihre Schuld, alles iſt ihr Verdienſt.

Goethe (1780).

Natürliche

Schöpfungsgeschichte

oder

wissenschaftliche Entwickelungstheorie.

Digitized by Google

„Freudig war, vor vielen Jahren,
Eifrig so der Geist bestrebt,
Zu erforschen, zu erfahren,
Wie Natur im Schaffen lebt.
Und es ist das ewig Eine,
Das sich vielfach offenbart:
Klein das Große, groß das Kleine,
Alles nach der eignen Art;
Immer wechselnd, fest sich haltend,
Nah und fern, und fern und nah;
So gestaltend, umgestaltend —
Zum Erstaunen bin ich da!"

Goethe.

Erſter Vortrag.

Inhalt und Bedeutung der Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie.

Allgemeine Bedeutung und weſentlicher Inhalt der von Darwin reformirten Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie. Beſondere Bedeutung derſelben für die Biologie (Zoologie und Botanik). Beſondere Bedeutung derſelben für die natürliche Entwickelungsgeſchichte des Menſchengeſchlechts. Die Abſtammungslehre als natürliche Schöpfungsgeſchichte. Begriff der Schöpfung. Wiſſen und Glauben. Schöpfungsgeſchichte und Entwickelungsgeſchichte. Zuſammenhang der individuellen und paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte. Unzweckmäßigkeitslehre oder Wiſſenſchaft von den rudimentären Organen. Unnütze und überflüſſige Einrichtungen im Organismus. Gegenſatz der beiden grundverſchiedenen Weltanſchauungen, der moniſtiſchen (mechaniſchen, cauſalen) und der dualiſtiſchen (teleologiſchen, vitalen). Begründung der erſteren durch die Abſtammungslehre. Einheit der organiſchen und anorganiſchen Natur, und Gleichheit der wirkenden Urſachen in Beiden. Entſcheidende Bedeutung der Abſtammungslehre für die einheitliche (moniſtiſche) Auffaſſung der ganzen Natur. Moniſtiſche Philoſophie.

Meine Herren! Die geiſtige Bewegung, zu welcher der engliſche Naturforſcher Charles Darwin vor zwanzig Jahren durch ſein berühmtes Werk „über die Entſtehung der Arten“ [1]) den Anſtoß gab, hat während dieſes kurzen Zeitraums einen Umfang angenommen, der die allgemeinſte Theilnahme erregen muß. Allerdings iſt die in jenem Werke dargeſtellte naturwiſſenſchaftliche Theorie, welche man gewöhnlich kurzweg die Darwin'ſche Theorie oder den Darwinismus nennt, nur ein geringer Bruchtheil einer viel umfaſſenderen Lehre, nämlich der univerſalen Entwickelungs-Theorie, welche ihre un-

ermeßliche Bedeutung über das ganze Gebiet aller menschlichen Wissenschaft erstreckt. Allein die Art und Weise, in welcher Darwin die letztere durch die erstere fest begründet hat, ist so überzeugend, und die entscheidende Wendung, welche durch die nothwendigen Folgeschlüsse jener Theorie in der gesammten Weltanschauung der Menschheit angebahnt worden ist, muß jedem tiefer denkenden Menschen so gewaltig erscheinen, daß man ihre allgemeine Bedeutung nicht hoch genug anschlagen kann. Ohne Zweifel muß diese ungeheuere Erweiterung unseres menschlichen Gesichtskreises unter allen den zahlreichen und großartigen Fortschritten, welche die Naturwissenschaft in unserer Zeit gemacht hat, als der bei weitem folgenreichste und wichtigste angesehen werden.

Wenn man unser Jahrhundert mit Recht das Zeitalter der Naturwissenschaften nennt, wenn man mit Stolz auf die unermeßlich bedeutenden Fortschritte in allen Zweigen derselben blickt, so pflegt man dabei gewöhnlich weniger an die Erweiterung unserer allgemeinen Naturerkenntniß, als vielmehr an die unmittelbaren practischen Erfolge jener Fortschritte zu denken. Man erwägt dabei die völlige und unendlich folgenreiche Umgestaltung des menschlichen Verkehrs, welche durch das entwickelte Maschinenwesen, durch die Eisenbahnen, Dampfschiffe, Telegraphen und andere Erfindungen der Physik hervorgebracht worden ist. Oder man denkt an den mächtigen Einfluß, welchen die Chemie in der Heilkunst, in der Landwirthschaft, in allen Künsten und Gewerben gewonnen hat. Wie hoch Sie aber auch diese Einwirkung der neueren Naturwissenschaft auf das practische Leben anschlagen mögen, so muß dieselbe, von einem höheren und allgemeineren Standpunkt aus gewürdigt, doch unbedingt hinter dem ungeheuren Einfluß zurückstehen, welchen die theoretischen Fortschritte der heutigen Naturwissenschaft auf die gesammte Erkenntniß des Menschen, auf seine ganze Weltanschauung und Geistesbildung nothwendig gewinnen werden. Denken Sie nur an den unermeßlichen Umschwung aller unserer theoretischen Anschauungen, welchen wir der allgemeinen Anwendung des Mikroskops verdanken. Denken Sie allein an die Zellentheorie, die uns die scheinbare Einheit des

menschlichen Organismus als das zusammengesetzte Resultat aus der staatlichen Verbindung einer Masse elementarer Lebenseinheiten, der Zellen, nachweist. Oder erwägen Sie die ungeheure Erweiterung unseres theoretischen Gesichtskreises, welche wir der Spectral-Analyse, der Lehre von der Wärme-Mechanik und von der Erhaltung der Kraft[25]) verdanken. Unter allen diesen bewunderungswürdigen theoretischen Fortschritten nimmt aber jedenfalls die von Darwin ausgebildete Theorie bei weitem dem höchsten Rang ein.

Jeder von Ihnen wird den Namen Darwin gehört haben. Aber die Meisten von Ihnen werden wahrscheinlich nur unvollkommene Vorstellungen von dem eigentlichen Werthe seiner Lehre besitzen. Denn wenn man Alles vergleicht, was seit dem Erscheinen von Darwins epochemachendem Werk über dasselbe geschrieben worden ist, so muß demjenigen, der sich nicht näher mit den organischen Naturwissenschaften befaßt hat, der nicht in die inneren Geheimnisse der Zoologie und Botanik eingedrungen ist, der Werth jener Theorie sehr zweifelhaft erscheinen. Die Beurtheilung derselben ist voll von Widersprüchen und Mißverständnissen. Daher darf es uns nicht Wunder nehmen, daß selbst jetzt, zwanzig Jahre nach dem Erscheinen von Darwins Werk, dasselbe noch nicht die volle Bedeutung erlangt hat, welche ihm von Rechtswegen gebührt, und welche es jedenfalls früher oder später erlangen wird. Die allermeisten von den zahllosen Schriften, welche für und gegen den Darwinismus während dieses Zeitraums veröffentlicht wurden, sind von Leuten geschrieben worden, denen der dazu erforderliche Grad von biologischer, und besonders von zoologischer Bildung durchaus fehlt. Obwohl fast alle bedeutenden Naturforscher der Gegenwart jetzt zu den Anhängern jener Theorie gehören, haben doch nur wenige derselben Geltung und Verständniß in weiteren Kreisen zu verschaffen gesucht. Daher rühren die befremdenden Widersprüche und die seltsamen Urtheile, die man noch heute allenthalben über den Darwinismus hören kann. Gerade dieser Umstand ist es, welcher mich vorzugsweise bestimmt, die Darwin'sche Theorie und die damit zusammenhängenden

Digitized by Google

weiteren Lehren zum Gegenstand dieser allgemein verständlichen Vorträge zu machen. Ich halte es für die Pflicht der Naturforscher, daß sie nicht allein in dem engeren Kreise, den ihre Fachwissenschaft ihnen vorschreibt, auf Verbesserungen und Entdeckungen sinnen, daß sie sich nicht allein in das Studium des Einzelnen mit Liebe und Sorgfalt vertiefen, sondern daß sie auch die wichtigen, allgemeinen Resultate ihrer besonderen Studien für das Ganze nutzbar machen, und daß sie naturwissenschaftliche Bildung verbreiten helfen. Der höchste Triumph des menschlichen Geistes, die wahre Erkenntniß der allgemeinsten Naturgesetze, darf nicht das Privateigenthum einer privilegirten Gelehrtenkaste bleiben, sondern muß Gemeingut der ganzen Menschheit werden.

Die Theorie, welche durch Darwin an die Spitze unserer Naturerkenntniß gestellt worden ist, pflegt man gewöhnlich als Abstammungslehre oder Descendenztheorie zu bezeichnen. Andere nennen sie Umbildungslehre oder Transmutationstheorie oder auch kurz: Transformismus. Beide Bezeichnungen sind richtig. Denn diese Lehre behauptet, daß alle verschiedenenen Organismen (d. h. alle Thierarten und Pflanzenarten, welche jemals auf der Erde gelebt haben, und noch jetzt leben) von einer einzigen oder von wenigen höchst einfachen Stammformen abstammen, und daß sie sich aus diesen auf dem natürlichen Wege allmählicher Umbildung entwickelt haben. Obwohl diese Entwicklungstheorie schon im Anfange unseres Jahrhunderts von verschiedenen großen Naturforschern, insbesondere von Lamarck[2]) und Goethe[3]) aufgestellt und vertheidigt wurde, hat sie doch erst im Jahre 1859 durch Darwin ihre vollständige Ausbildung und ihre ursächliche Begründung erfahren. Dies ist der Grund, weshalb sie oft ausschließlich (obwohl nicht ganz richtig) als Darwins Theorie bezeichnet wird.

Der hohe und wirklich unschätzbare Werth der Abstammungslehre erscheint in einem verschiedenen Lichte, je nachdem Sie bloß deren nähere Bedeutung für die organische Naturwissenschaft, oder

aber ihren weiteren Einfluß auf die gesammte Welterkenntniß des Menschen in Betracht ziehen. Die organische Naturwissenschaft oder die Biologie, welche als Zoologie die Thiere, als Botanik die Pflanzen zum Gegenstand ihrer Erkenntniß hat, wird durch die Abstammungslehre von Grund aus umgestaltet und neu begründet. Denn die Descendenztheorie macht uns mit den wirkenden Ursachen der organischen Formerscheinungen bekannt, während die bisherige Thier- und Pflanzenkunde sich bloß mit den Thatsachen dieser Erscheinungen beschäftigte. Man kann daher auch die Abstammungslehre als die mechanische Erklärung der organischen Formerscheinungen oder als „die Lehre von den wahren Ursachen in der organischen Natur" bezeichnen [1]).

Da ich nicht voraussetzen kann, daß Ihnen Allen die Ausdrücke „organische und anorgische Natur" geläufig sind, und da uns die Gegenüberstellung dieser beiderlei Naturkörper in der Folge noch vielfach beschäftigen wird, so muß ich ein paar Worte zur Verständigung darüber vorausschicken. Organismen oder organische Naturkörper nennen wir alle Lebewesen oder belebten Körper, also alle Pflanzen und Thiere, den Menschen mit inbegriffen, weil bei ihnen fast immer eine Zusammensetzung aus verschiedenartigen Theilen (Werkzeugen oder „Organen") nachzuweisen ist, welche zusammenwirken, um die Lebenserscheinungen hervorzubringen. Eine solche Zusammensetzung vermissen wir dagegen bei den Anorganen oder anorgischen Naturkörpern, den sogenannten todten oder unbelebten Körpern, den Mineralien oder Gesteinen, dem Wasser, der atmosphärischen Luft u. s. w. Die Organismen enthalten stets eiweißartige Kohlenstoffverbindungen in festflüssigem Aggregatzustande, während diese den Anorganen stets fehlen. Auf diesem wichtigen Unterschiede beruht die Eintheilung der gesammten Naturwissenschaft in zwei große Hauptabtheilungen, in die Biologie oder Wissenschaft von den Organismen (Zoologie und Botanik) und die Anorgologie oder Abiologie, die Wissenschaft von den Anorganen (Mineralogie, Geologie, Meteorologie u. s. w.).

Der unschätzbare Werth der Abstammungslehre für die Biologie liegt also, wie bemerkt, darin, daß sie uns die Entstehung der organischen Formen auf mechanischem Wege erklärt und deren wirkende Ursachen nachweist. So hoch man aber auch mit Recht dieses Verdienst der Descendenztheorie anschlagen mag, so tritt dasselbe doch fast zurück vor der unermeßlichen Bedeutung, welche eine einzige nothwendige Folgerung derselben für sich allein in Anspruch nimmt. Diese nothwendige und unvermeidliche Folgerung ist die Lehre von der thierischen Abstammung des Menschengeschlechts.

Die Bestimmung der Stellung des Menschen in der Natur und seiner Beziehungen zur Gesammtheit der Dinge, diese Frage aller Fragen für die Menschheit, wie sie Huxley*) mit Recht nennt, wird durch jene Erkenntniß der thierischen Abstammung des Menschengeschlechts endgültig gelöst. Wir gelangen also durch den Transformismus oder die Descendenztheorie zum ersten Male in die Lage, eine natürliche Entwickelungsgeschichte des Menschengeschlechts wissenschaftlich begründen zu können. Sowohl alle Vertheidiger, als alle denkenden Gegner Darwins haben anerkannt, daß die Abstammung des Menschengeschlechts zunächst von affenartigen Säugethieren, weiterhin aber von niederen Wirbelthieren, mit Nothwendigkeit aus seiner Theorie folgt.

Allerdings hat Darwin diese wichtigste von allen Folgerungen seiner Lehre nicht sofort selbst ausgesprochen. In seinem Werke „von der Entstehung der Arten" findet sich kein Wort von der thierischen Abstammung des Menschen. Der eben so vorsichtige als kühne Naturforscher ging damals absichtlich mit Stillschweigen darüber hinweg, weil er voraussah, daß dieser bedeutendste von allen Folgeschlüssen der Abstammungslehre zugleich das größte Hinderniß für die Verbreitung und Anerkennung derselben sein werde. Gewiß hätte Darwins Buch von Anfang an noch weit mehr Widerspruch und Aergerniß erregt, wenn sogleich diese wichtigste Consequenz darin klar ausgesprochen worden wäre. Erst zwölf Jahre später, in dem 1871 erschienenen Werke über „die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche

Zuchtwahl“[45]) hat Darwin jenen weitreichendsten Folgeschluß offen anerkannt und ausdrücklich seine volle Uebereinstimmung mit den Naturforschern erklärt, welche denselben inzwischen schon selbst gezogen hatten. Offenbar ist die Tragweite dieser Folgerung ganz unermeßlich, und keine Wissenschaft wird sich den Consequenzen derselben entziehen können. Die Anthropologie oder die Wissenschaft vom Menschen, und in Folge dessen auch die ganze Philosophie wird in allen einzelnen Zweigen dadurch von Grund aus umgestaltet.

Es wird erst die spätere Aufgabe meiner Vorträge sein, diesen besonderen Punkt zu erörtern. Ich werde die Lehre von der thierischen Abstammung des Menschen erst behandeln, nachdem ich Ihnen Darwins Theorie in ihrer allgemeinen Begründung und Bedeutung vorgetragen habe. Um es mit einem Satze auszudrücken, so ist jene bedeutungsvolle, aber die meisten Menschen von vorn herein abstoßende Folgerung nichts weiter als ein besonderer Deductionsschluß, den wir aus dem sicher begründeten allgemeinen Inductionsgesetze der Descendenztheorie nach den strengen Geboten der unerbittlichen Logik nothwendig ziehen müssen.

Vielleicht ist nichts geeigneter, Ihnen die ganze und volle Bedeutung der Abstammungslehre mit zwei Worten klar zu machen, als die Bezeichnung derselben mit dem Ausdruck: „Natürliche Schöpfungsgeschichte“. Ich habe daher auch selbst diese Bezeichnung für die folgenden Vorträge gewählt. Jedoch ist dieselbe nur in einem gewissen Sinne richtig, und Sie müssen berücksichtigen, daß, streng genommen, der Ausdruck „natürliche Schöpfungsgeschichte“ einen inneren Widerspruch, eine contradictio in adjecto einschließt.

Lassen Sie uns, um dies zu verstehen, einen Augenblick den zweideutigen Begriff der Schöpfung etwas näher ins Auge fassen. Wenn man unter Schöpfung die Entstehung eines Körpers durch eine schaffende Gewalt oder Kraft versteht, so kann man dabei entweder an die Entstehung seines Stoffes (der körperlichen Materie) oder an die Entstehung seiner Form (der körperlichen Gestalt) denken.

Die Schöpfung im ersteren Sinne, als die Entstehung der Materie, geht uns hier gar nichts an. Dieser Vorgang, wenn er überhaupt jemals stattgefunden hat, ist gänzlich der menschlichen Erkenntniß entzogen; er kann daher auch niemals Gegenstand naturwissenschaftlicher Erforschung sein. Die Naturwissenschaft hält die Materie für ewig und unvergänglich, weil durch die Erfahrung noch niemals das Entstehen oder Vergehen auch nur des kleinsten Theilchens der Materie nachgewiesen worden ist. Da wo ein Naturkörper zu verschwinden scheint, wie z. B. beim Verbrennen, beim Verwesen, beim Verdunsten u. s. w., da ändert er nur seine Form, seinen physikalischen Aggregatzustand oder seine chemische Verbindungsweise. Ebenso beruht das Entstehen eines neuen Naturkörpers, z. B. eines Krystalles, eines Pilzes, eines Infusoriums, nur darauf, daß verschiedene Stofftheilchen, welche vorher in einer gewissen Form oder Verbindungsweise existirten, in Folge von veränderten Existenz-Bedingungen eine neue Form oder Verbindungsweise annehmen. Aber noch niemals ist ein Fall beobachtet worden, daß auch nur das kleinste Stofftheilchen aus der Welt verschwunden, oder nur ein Atom zu der bereits vorhandenen Masse hinzugekommen ist. Der Naturforscher kann sich daher ein Entstehen der Materie eben so wenig als ein Vergehen derselben vorstellen; er betrachtet die in der Welt bestehende Quantität der Materie als eine gegebene feste Thatsache. Fühlt Jemand das Bedürfniß, sich die Entstehung dieser Materie als die Wirkung einer übernatürlichen Schöpfungsthätigkeit, einer außerhalb der Materie stehenden schöpferischen Kraft vorzustellen, so haben wir nichts dagegen. Aber wir müssen bemerken, daß damit auch nicht das Geringste für eine wissenschaftliche Naturkenntniß gewonnen ist. Eine solche Vorstellung von einer immateriellen Kraft, welche die Materie erst schafft, ist ein Glaubensartikel, welcher mit der menschlichen Wissenschaft gar nichts zu thun hat. Wo der Glaube anfängt, hört die Wissenschaft auf. Beide Thätigkeiten des menschlichen Geistes sind scharf von einander zu halten. Der Glaube hat seinen Ursprung in der dichtenden Einbildungskraft, das Wissen dagegen in

dem erkennenden Verstande des Menschen. Die Wissenschaft hat die segenbringenden Früchte von dem Baume der Erkenntniß zu pflücken, unbekümmert darum, ob diese Eroberungen die dichterischen Einbildungen der Glaubenschaft beeinträchtigen oder nicht.

Wenn also die Naturwissenschaft sich die „natürliche Schöpfungsgeschichte" zu ihrer höchsten, schwersten und lohnendsten Aufgabe macht, so kann sie den Begriff der Schöpfung nur in der zweiten, oben angeführten Bedeutung verstehen, als die Entstehung der Form der Naturkörper. In diesem Sinne kann man die Geologie, welche die Entstehung der geformten anorganischen Erdoberfläche und die mannichfaltigen geschichtlichen Veränderungen in der Gestalt der festen Erdrinde zu erforschen strebt, die Schöpfungsgeschichte der Erde nennen. Ebenso kann man die Entwickelungsgeschichte der Thiere und Pflanzen, welche die Entstehung der belebten Formen und den mannichfaltigen historischen Wechsel der thierischen und pflanzlichen Gestalten untersucht, die Schöpfungsgeschichte der Organismen nennen. Da jedoch leicht in den Begriff der Schöpfung, auch wenn er in diesem Sinne gebraucht wird, sich die unwissenschaftliche Vorstellung von einem außerhalb der Materie stehenden und dieselbe umbildenden Schöpfer einschleicht, so wird es in Zukunft wohl besser sein, denselben durch die strengere Bezeichnung der Entwickelung zu ersetzen.

Der hohe Werth, welchen die Entwickelungsgeschichte für das wissenschaftliche Verständniß der Thier- und Pflanzenformen besitzt, ist jetzt seit mehreren Jahrzehnten so allgemein anerkannt, daß man ohne sie keinen sicheren Schritt in der organischen Morphologie oder Formenlehre thun kann. Jedoch hat man fast immer unter Entwickelungsgeschichte nur einen Theil dieser Wissenschaft, nämlich diejenige der organischen Individuen oder Einzelwesen verstanden, welche gewöhnlich Embryologie, richtiger und umfassender aber Ontogenie genannt wird [1]). Außer dieser giebt es aber auch noch eine Entwickelungsgeschichte der organischen Arten, Classen und Stämme (Phylen), welche zu der ersteren in den wichtigsten Beziehungen steht. Das Material dafür liefert die Versteinerungskunde oder Paläontologie.

Diese lehrt uns, daß jeder Stamm (Phylum) von Thieren und Pflanzen während der verschiedenen Perioden der Erdgeschichte durch eine Reihe von ganz verschiedenen Classen und Arten vertreten war. So war z. B. der Stamm der Wirbelthiere durch die Classen der Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere vertreten und jede dieser Classen zu verschiedenen Zeiten durch ganz verschiedene Arten. Diese paläontologische Entwickelungsgeschichte der Organismen, welche man als Stammesgeschichte oder Phylogenie bezeichnen kann, steht in den wichtigsten und merkwürdigsten Beziehungen zu dem andern Zweige der organischen Entwicklungsgeschichte, zur Keimesgeschichte oder Ontogenie. Die letztere läuft der ersteren im Großen und Ganzen parallel. Um es kurz mit einem Satze zu sagen, so ist die individuelle Entwicklungsgeschichte oder die Ontogenie eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung oder Recapitulation der paläontologischen Entwickelungsgeschichte oder der Phylogenie[4]).

Da ich Ihnen dieses höchst interessante und bedeutsame Naturgesetz später noch ausführlicher zu erläutern habe, so wollen wir uns hier nicht dabei weiter aufhalten. Nur sei bemerkt, daß dasselbe einzig und allein durch die Abstammungslehre erklärt und in seinen Ursachen verstanden wird, während es ohne dieselbe gänzlich unverständlich und unerklärlich bleibt. Die Descendenztheorie zeigt uns dabei zugleich, warum überhaupt die einzelnen Thiere und Pflanzen sich entwickeln müssen, warum dieselben nicht gleich in fertiger und entwickelter Form ins Leben treten. Keine übernatürliche Schöpfungsgeschichte vermag uns das große Räthsel der organischen Entwickelung irgendwie zu erklären. Ebenso wie auf diese hochwichtige Frage giebt uns der Transformismus auch auf alle andern allgemeinen biologischen Fragen vollkommen befriedigende Antworten, und zwar immer Antworten, welche rein mechanisch-causaler Natur sind, welche lediglich natürliche, physikalisch-chemische Kräfte als die Ursachen von Erscheinungen nachweisen, die man früher gewohnt war, der unmittelbaren Einwirkung übernatürlicher, schöpferischer Kräfte zuzuschreiben.

Mithin wird durch unsere Theorie aus allen Gebietstheilen der Botanik und Zoologie, und namentlich auch aus dem wichtigsten Theile der letzteren, aus der Anthropologie, der mystische Schleier des Wunderbaren und Uebernatürlichen entfernt, mit welchem man bisher die verwickelten Erscheinungen dieser natürlichen Erkenntniß-Gebiete zu verhüllen liebte. Das unklare Nebelbild mythologischer Dichtung kann vor dem klaren Sonnenlichte naturwissenschaftlicher Erkenntniß nicht länger bestehen.

Von ganz besonderem Interresse sind unter jenen allgemeinen biologischen Phänomenen diejenigen, welche zur Widerlegung der gewöhnlichen Annahme dienen, daß jeder Organismus das Product einer zweckmäßig bauenden Schöpferkraft sei. Nichts hat in dieser Beziehung der früheren Naturforschung so große Schwierigkeiten verursacht, als die Deutung der sogenannten „rudimentären Organe", derjenigen Theile im Thier- und Pflanzenkörper, welche eigentlich ohne Leistung, ohne physiologische Bedeutung, und dennoch formell vorhanden sind. Diese Theile verdienen das allerhöchste Interesse, obwohl die meisten Leute wenig oder nichts davon wissen. Fast jeder höher entwickelte Organismus, fast jedes Thier und jede Pflanze, besitzt neben den scheinbar zweckmäßigen Einrichtungen seiner Organisation andere Einrichtungen, die durchaus keinen Zweck, keine Function in dessen Leben haben können.

Beispiele davon finden sich überall. Bei den Embryonen mancher Wiederkäuer, unter Andern bei unserem gewöhnlichen Rindvieh, stehen Schneidezähne im Zwischenkiefer der oberen Kinnlade, welche niemals zum Durchbruch gelangen, also auch keinen Zweck haben. Die Embryonen mancher Walfische, welche späterhin die bekannten Barten statt der Zähne besitzen, tragen, so lange sie noch nicht geboren sind und keine Nahrung zu sich nehmen, dennoch Zähne in ihren Kiefern; auch dieses Gebiß tritt niemals in Thätigkeit. Ferner besitzen die meisten höheren Thiere Muskeln, die nie zur Anwendung kommen; selbst der Mensch besitzt solche rudimentäre Muskeln. Die Meisten von uns sind nicht fähig, ihre Ohren willkürlich zu bewegen, obwohl die Muskeln für diese Bewegung vorhanden sind, und obwohl es ein-

Digitized by Google

zelnen Personen, die sich andauernd Mühe geben diese Muskeln zu üben, in der That gelingt, ihre Ohren zu bewegen. In diesen noch jetzt vorhandenen, aber verkümmerten Organen, welche dem vollständigen Verschwinden entgegen gehen, ist es noch möglich, durch besondere Uebung, durch andauernden Einfluß der Willensthätigkeit des Nervensystems, die beinahe erloschene Thätigkeit wieder zu beleben. Dagegen vermögen wir dies nicht mehr in den kleinen rudimentären Ohrmuskeln, welche noch am Knorpel unserer Ohrmuschel vorkommen, aber immer völlig wirkungslos sind. Bei unseren langöhrigen Vorfahren aus der Tertiärzeit, Affen, Halbaffen und Beutelthieren, welche gleich den meisten anderen Säugethieren ihre große Ohrmuschel frei und lebhaft bewegten, waren jene Muskeln viel stärker entwickelt und von großer Bedeutung. So haben in gleicher Weise auch viele Spielarten der Hunde und Kaninchen, deren wilde Vorfahren ihre steifen Ohren vielseitig bewegten, unter dem Einflusse des Culturlebens sich jenes „Ohrenspitzen" abgewöhnt, und dadurch verkümmerte Ohrmuskeln und schlaff herabhängende Ohren bekommen.

Auch noch an anderen Stellen seines Körpers besitzt der Mensch solche rudimentäre Organe, welche durchaus von keiner Bedeutung für das Leben sind und niemals functioniren. Eines der merkwürdigsten, obwohl unscheinbarsten Organe der Art ist die kleine halbmondförmige Falte welche wir am inneren Winkel unseres Auges, nahe der Nasenwurzel besitzen, die sogenannte Plica semilunaris. Diese unbedeutende Hautfalte bietet für unser Auge gar keinen Nutzen; sie ist nur der ganz verkümmerte Rest eines dritten, inneren Augenlides, welches neben dem oberen und unteren Augenlide bei anderen Säugethieren, bei Vögeln und Reptilien sehr entwickelt ist. Ja sogar schon unsere uralten Vorfahren aus der Silurzeit, die Urfische, scheinen dies dritte Augenlid, die sogenannte Nickhaut, besessen zu haben. Denn viele von ihren nächsten Verwandten, die in wenig veränderter Form noch heute fortleben, viele Haifische nämlich, besitzen eine sehr starke Nickhaut, die vom inneren Augenwinkel her über den ganzen Augapfel hinübergezogen werden kann.

Zu den ſchlagendſten Beiſpielen von rudimentären Organen gehören die Augen, welche nicht ſehen. Solche finden ſich bei ſehr vielen Thieren, welche im Dunkeln, z. B. in Höhlen, unter der Erde leben. Die Augen ſind hier oft wirklich in ausgebildetem Zuſtande vorhanden; aber ſie ſind von dicker, undurchſichtiger Haut bedeckt, ſo daß kein Lichtſtrahl in ſie hineinfallen kann, mithin können ſie auch niemals ſehen. Solche Augen ohne Geſichtsfunction beſitzen z. B. mehrere Arten von unterirdiſch lebenden Maulwürfen und Blindmäuſen, von Schlangen und Eidechſen, von Amphibien und Fiſchen; ferner zahlreiche wirbelloſe Thiere, die im Dunkeln ihr Leben zubringen: viele Käfer, Krebsthiere, Schnecken, Würmer u. ſ. w.

Eine Fülle der intereſſanteſten Beiſpiele von rudimentären Organen liefert die vergleichende Oſteologie oder Skeletlehre der Wirbelthiere, einer der anziehendſten Zweige der vergleichenden Anatomie. Bei den allermeiſten Wirbelthieren finden wir zwei Paar Gliedmaaßen am Rumpf, ein Paar Vorderbeine und ein Paar Hinterbeine. Sehr häufig iſt jedoch das eine oder das andere Paar derſelben verkümmert, ſeltener beide, wie bei den Schlangen und einigen aalartigen Fiſchen. Aber einige Schlangen, z. B. die Rieſenſchlangen (Boa, Python) haben hinten noch einige unnütze Knochenſtückchen im Leibe, welche die Reſte der verloren gegangenen Hinterbeine ſind. Ebenſo haben die walfiſchartigen Säugethiere (Cetaceen), welche nur entwickelte Vorderbeine (Bruſtfloſſen) beſitzen, hinten im Fleiſche noch ein Paar ganz überflüſſige Knochen, welche ebenfalls Ueberbleibſel der verkümmerten Hinterbeine darſtellen. Daſſelbe gilt von vielen echten Fiſchen, bei denen in gleicher Weiſe die Hinterbeine (Bauchfloſſen) verloren gegangen ſind. Umgekehrt beſitzen unſere Blindſchleichen (Anguis) und einige andere Eidechſen inwendig ein vollſtändiges Schultergerüſt, obwohl die Vorderbeine, zu deren Befeſtigung daſſelbe dient, nicht mehr vorhanden ſind. Ferner finden ſich bei verſchiedenen Wirbelthieren die einzelnen Knochen der beiden Beinpaare in allen verſchiedenen Stufen der Verkümmerung, und oft die rückgebildeten Knochen und die zugehörigen Muskeln ſtückweiſe erhalten, ohne doch irgendwie eine Verrichtung

ausführen zu können. Das Instrument ist wohl noch da, aber es kann nicht mehr spielen.

Fast ganz allgemein finden Sie ferner rudimentäre Organe in den Pflanzenblüthen vor, indem der eine oder der andere Theil der männlichen Fortpflanzungsorgane (der Staubfäden und Staubbeutel), oder der weiblichen Fortpflanzungsorgane (Griffel, Fruchtknoten u. s. w.) mehr oder weniger verkümmert oder „fehlgeschlagen" (abortirt) ist. Auch hier können Sie bei verschiedenen, nahe verwandten Pflanzenarten das Organ in allen Graden der Rückbildung verfolgen. So z. B. ist die große natürliche Familie der lippenblüthigen Pflanzen (Labiaten), zu welcher Melisse, Pfeffermünze, Majoran, Gundelrebe, Thymian u. s. w. gehören, dadurch ausgezeichnet, daß die rachenförmige zweilippige Blumenkrone zwei lange und zwei kurze Staubfäden enthält. Allein bei vielen einzelnen Pflanzen dieser Familie, z. B. bei verschiedenen Salbeiarten und beim Rosmarin, ist nur das eine Paar der Staubfäden ausgebildet, und das andere Paar ist mehr oder weniger verkümmert, oft ganz verschwunden. Bisweilen sind die Staubfäden vorhanden aber ohne Staubbeutel, so daß sie ganz unnütz sind. Seltener aber findet sich sogar noch das Rudiment oder der verkümmerte Rest eines fünften Staubfadens, ein physiologisch (für die Lebensverrichtung) ganz nutzloses, aber morphologisch (für die Erkenntniß der Form und der natürlichen Verwandtschaft) äußerst werthvolles Organ. In meiner generellen Morphologie der Organismen*) habe ich in dem Abschnitt von der Unzweckmäßigkeitslehre oder Dysteleologie", noch eine große Anzahl von anderen Beispielen angeführt.

Keine biologische Erscheinung hat wohl jemals die Zoologen und Botaniker in größere Verlegenheit versetzt als diese rudimentären oder abortiven (verkümmerten) Organe. Es sind Werkzeuge außer Dienst, Körpertheile, welche da sind, ohne etwas zu leisten, zweckmäßig eingerichtet, ohne ihren Zweck in Wirklichkeit zu erfüllen. Wenn man die Versuche betrachtet, welche die früheren Naturforscher zur Erklärung dieses Räthsels machten, kann man sich in der That kaum eines

Digitized by Google

Lächelns über die seltsamen Vorstellungen erwehren, auf die sie verfielen. Außer Stande, eine wirkliche Erklärung zu finden, kamen Einige z. B. zu dem Endresultate, daß der Schöpfer „der Symmetrie wegen" diese Organe angelegt habe. Nach der Meinung Anderer mußte es dem Schöpfer unpassend oder unanständig erscheinen, daß diese Organe bei denjenigen Organismen, bei denen sie nicht leistungsfähig sind und ihrer ganzen Lebensweise nach nicht sein können, völlig fehlten, während die nächsten Verwandten sie besäßen; und zum Ersatz für die mangelnde Function verlieh er ihnen wenigstens die äußere Ausstattung der leeren Form. Sind doch auch die uniformirten Civilbeamten bei Hofe mit einem unschuldigen Degen ausgestattet, den sie niemals aus der Scheide ziehen! Ich glaube aber kaum, daß Sie von einer solchen Erklärung befriedigt sein werden.

Nun wird gerade diese allgemein verbreitete und räthselhafte Erscheinung der rudimentären Organe, an welcher alle übrigen Erklärungsversuche scheitern, vollkommen erklärt, und zwar in der einfachsten und einleuchtendsten Weise erklärt durch Darwins Theorie von der Vererbung und von der Anpassung. Wir können die wichtigen Gesetze der Vererbung und Anpassung an den Hausthieren und Culturpflanzen, welche wir künstlich züchten, empirisch verfolgen, und es ist bereits eine Reihe solcher Gesetze festgestellt worden. Ohne jetzt auf diese einzugehen, will ich nur vorausschicken, daß einige davon auf mechanischem Wege die Entstehung der rudimentären Organe vollkommen erklären, so daß wir das Auftreten derselben als einen ganz natürlichen Proceß ansehen müssen, bedingt durch den Nichtgebrauch der Organe. Durch Anpassung an besondere Lebensbedingungen sind die früher thätigen und wirklich arbeitenden Organe allmählich nicht mehr gebraucht worden und außer Dienst getreten. In Folge der mangelnden Uebung sind sie mehr und mehr verkümmert, trotzdem aber immer noch durch Vererbung von einer Generation auf die andere übertragen worden, bis sie endlich größtentheils oder ganz verschwanden. Wenn wir nun annehmen, daß alle oben angeführten Wirbelthiere von einem ein-

zigen gemeinsamen Stammvater abstammen, welcher zwei sehende Augen und zwei wohl entwickelte Beinpaare besaß, so erklärt sich ganz einfach der verschiedene Grad der Verkümmerung und Rückbildung dieser Organe bei solchen Nachkommen desselben, welche diese Theile nicht mehr gebrauchen konnten. Ebenso erklärt sich vollständig der verschiedene Ausbildungsgrad der ursprünglich (in der Blüthenknospe) angelegten fünf Staubfäden bei den Lippenblüthen, wenn wir annehmen, daß alle Pflanzen dieser Familie von einem gemeinsamen, mit fünf Staubfäden ausgestatteten Stammvater abstammen.

Ich habe Ihnen die Erscheinung der rudimentären Organe schon jetzt etwas ausführlicher vorgeführt, weil dieselbe von der allergrößten allgemeinen Bedeutung ist, und weil sie uns auf die großen, allgemeinen, tiefliegenden Grundfragen der Philosophie und der Naturwissenschaft hinführt, für deren Lösung die Descendenz-Theorie nunmehr der unentbehrliche Leitstern geworden ist. Sobald wir nämlich, dieser Theorie entsprechend, die ausschließliche Wirksamkeit physikalisch-chemischer Ursachen ebenso in der lebenden (organischen) Körperwelt, wie in der sogenannten leblosen (anorgischen) Natur anerkennen, so räumen wir damit jener Weltanschauung die ausschließliche Herrschaft ein, welche man mit dem Namen der mechanischen bezeichnen kann, im Gegensatze zu der hergebrachten teleologischen Auffassung. Wenn Sie die Weltanschauungen der verschiedenen Völker und Zeiten mit einander vergleichend zusammenstellen, können Sie dieselben schließlich alle in zwei schroff gegenüberstehende Gruppen bringen: eine causale oder mechanische und eine teleologische oder vitalistische. Die letztere war in der Biologie bisher allgemein herrschend. Man sah danach das Thierreich und das Pflanzenreich als Producte einer zweckmäßig wirkenden, schöpferischen Thätigkeit an. Bei dem Anblick jedes Organismus schien sich zunächst unabweislich die Ueberzeugung aufzudrängen, daß eine so künstliche Maschine, ein so verwickelter Bewegungs-Apparat, wie es der Organismus ist, nur hervorgebracht werden könne durch eine Thätigkeit, welche analog, obwohl unendlich viel vollkommener ist, als die Thätigkeit des Menschen

bei der Conſtruction ſeiner Maſchinen. Wie erhaben man auch die früheren Vorſtellungen des Schöpfers und ſeiner ſchöpferiſchen Thätigkeit ſteigern, wie ſehr man ſie aller menſchlichen Analogie entkleiden mag, ſo bleibt doch im letzten Grunde bei der teleologiſchen Naturauffaſſung dieſer Vergleich unabweislich und nothwendig. Man muß ſich im Grunde dann immer den Schöpfer ſelbſt als einen Organismus vorſtellen, als ein Weſen welches ähnlich dem Menſchen, wenn auch in unendlich vollkommnerer Form, über ſeine bildende Thätigkeit nachdenkt, den Plan der Maſchinen entwirft, und dann mittelſt Anwendung geeigneter Materialien dieſe Maſchinen zweckentſprechend ausführt. Alle dieſe Vorſtellungen leiden nothwendig an der Grundſchwäche des Anthropomorphismus oder der Vermenſchlichung. Stets werden dabei, wie hoch man ſich auch den Schöpfer vorſtellen mag, demſelben die menſchlichen Attribute beigelegt, einen Plan zu entwerfen und danach den Organismus zweckmäßig zu conſtruiren. Das wird auch von derjenigen Schule, welche Darwins Lehre am ſchroffſten gegenüber ſteht, und welche unter den Naturforſchern ihren bedeutendſten Vertreter in Louis Agaſſiz gefunden hat, ganz klar ausgeſprochen. Das berühmte Werk (Essay on classification) von Agaſſiz[21]), welches dem Darwinſchen Werke vollkommen entgegengeſetzt iſt und faſt gleichzeitig erſchien, hat ganz folgerichtig jene abſurden anthropomorphiſchen Vorſtellungen vom Schöpfer bis zum höchſten Grade ausgebildet.

Was nun jene vielgerühmte Zweckmäßigkeit in der Natur betrifft, ſo iſt ſie überhaupt nur für Denjenigen vorhanden, welcher die Erſcheinungen im Thier- und Pflanzenleben durchaus oberflächlich betrachtet. Schon jene rudimentären Organe mußten dieſer Lehre einen harten Stoß verſetzen. Jeder aber, der tiefer in die Organiſation und Lebensweiſe der verſchiedenen Thiere und Pflanzen eindringt, der ſich mit der Wechſelwirkung der Lebenserſcheinungen und der ſogenannten „Oeconomie der Natur“ vertrauter macht, kommt nothwendig zu der Anſchauung, daß dieſe Zweckmäßigkeit nicht exiſtirt, eben ſo wenig als die vielgerühmte „Allgüte des Schöpfers“.

Diese optimistischen Anschauungen haben leider eben so wenig reale Begründung, als die beliebte Redensart von der „sittlichen Weltordnung", welche durch die ganze Völkergeschichte in ironischer Weise illustrirt wird. Im Mittelalter ist dafür die „sittliche" Herrschaft der christlichen Päpste und ihrer frommen, vom Blute zahlloser Menschenopfer dampfenden Inquisition nicht weniger bezeichnend, als in der Gegenwart der herrschende Militarismus mit seinem „sittlichen" Apparate von Zündnadeln und anderen raffinirten Mordwaffen.

Wenn Sie das Zusammenleben und die gegenseitigen Beziehungen der Pflanzen und der Thiere (mit Inbegriff der Menschen) näher betrachten, so finden sie überall und zu jeder Zeit das Gegentheil von jenem gemüthlichen und friedlichen Beisammensein, welches die Güte des Schöpfers den Geschöpfen hätte bereiten müssen; vielmehr sehen Sie überall einen schonungslosen, höchst erbitterten Kampf Aller gegen Alle. Nirgends in der Natur, wohin Sie auch Ihre Blicke lenken mögen, ist jener idyllische, von den Dichtern besungene Friede vorhanden, — vielmehr überall Kampf, Streben nach Vernichtung der directen Gegner und nach Vernichtung des Nächsten. Leidenschaft und Selbstsucht, bewußt oder unbewußt, bleibt überall die Triebfeder des Lebens. Das bekannte Dichterwort:

„Die Natur ist vollkommen überall,
Wo der Mensch nicht hinkommt mit seiner Qual"

ist schön, aber leider nicht wahr. Vielmehr bildet auch in dieser Beziehung der Mensch keine Ausnahme von der übrigen Thierwelt. Die Betrachtungen, welche wir bei der Lehre vom „Kampf um's Dasein" anzustellen haben, werden diese Behauptung zur Genüge rechtfertigen. Es war auch Darwin, welcher gerade diesen wichtigen Punkt in seiner hohen und allgemeinen Bedeutung recht klar vor Augen stellte, und derjenige Abschnitt seiner Lehre, welchen er selbst den „Kampf um's Dasein" nennt, ist einer der wichtigsten Theile derselben.

Wenn wir also jener vitalistischen oder teleologischen Betrachtung der lebendigen Natur, welche die Thier- und Pflanzenformen als Pro-

ducte eines gütigen und weisen Schöpfers oder einer zweckmäßig thätigen schöpferischen Naturkraft ansieht, durchaus entgegenzutreten gezwungen sind, so müssen wir uns entschieden jene Weltanschauung aneignen, welche man die *mechanische oder causale* nennt. Man kann sie auch als die *monistische oder einheitliche* bezeichnen, im Gegensatz zu der *zwiespältigen oder dualistischen* Anschauung, welche in jener teleologischen Weltauffassung nothwendig enthalten ist. Die mechanische Naturbetrachtung ist seit Jahrzehnten auf gewissen Gebieten der Naturwissenschaft so sehr eingebürgert, daß hier über die entgegengesetzte kein Wort mehr verloren wird. Es fällt keinem Physiker oder Chemiker, keinem Mineralogen oder Astronomen mehr ein, in den Erscheinungen, welche ihm auf seinem wissenschaftlichen Gebiete fortwährend vor Augen kommen, die Wirksamkeit eines zweckmäßig thätigen Schöpfers zu erblicken oder aufzusuchen. Man betrachtet die Erscheinungen, welche auf jenen Gebieten zu Tage treten, allgemein und ohne Widerspruch als die nothwendigen und unabänderlichen Wirkungen der physikalischen und chemischen Kräfte, welche an dem Stoffe oder der Materie haften, und insofern ist diese Anschauung rein „materialistisch", in einem gewissen Sinne dieses vieldeutigen Wortes. Wenn der Physiker die Bewegungserscheinungen der Electrizität oder des Magnetismus, den Fall eines Körpers oder die Schwingungen der Lichtwellen zu erklären sucht, so ist er bei dieser Arbeit durchaus davon entfernt, das Eingreifen einer übernatürlichen schöpferischen Kraft anzunehmen. In dieser Beziehung befand sich bisher die Biologie, als die Wissenschaft von den sogenannten „*belebten*" Naturkörpern, in vollem Gegensatz zu jenen vorher genannten anorganischen Naturwissenschaften (der Anorgologie). Zwar hat die neuere Physiologie, die Lehre von den Bewegungserscheinungen im Thier- und Pflanzenkörper, den mechanischen Standpunkt der letzteren vollkommen angenommen; allein die Morphologie, die Wissenschaft von den Formen der Thiere und Pflanzen, schien dadurch gar nicht berührt zu werden. Die Morphologen behandelten nach wie vor, und größtentheils noch heutzutage,

im Gegensatze zu jener mechanischen Betrachtung der Leistungen, die Formen der Thiere und Pflanzen als Erscheinungen, die durchaus nicht mechanisch erklärbar seien, die vielmehr nothwendig einer höheren, übernatürlichen, zweckmäßig thätigen Schöpferkraft ihren Ursprung verdanken müssen. Dabei war es ganz gleichgültig, ob man diese Schöpferkraft als persönlichen Gott anbetete, oder ob man sie Lebenskraft (vis vitalis) oder Endursache (causa finalis) nannte. In allen Fällen flüchtete man hier, um es mit einem Worte zu sagen, zum Wunder als der Erklärung. Man warf sich einer Glaubensdichtung in die Arme, welche als solche auf dem Gebiete naturwissenschaftlicher Erkenntniß durchaus keine Geltung haben kann.

Alles nun, was vor Darwin geschehen ist, um eine natürliche, mechanische Auffassung von der Entstehung der Thier- und Pflanzenformen zu begründen, vermochte diese nicht zum Durchbruch und zu allgemeiner Anerkennung zu bringen. Dies gelang erst Darwins Lehre, und hierin liegt ein unermeßliches Verdienst derselben. Denn es wird dadurch die Ansicht von der Einheit der organischen und der anorgischen Natur fest begründet. Auch derjenige Theil der Naturwissenschaft, welcher bisher am längsten und am hartnäckigsten sich einer mechanischen Auffassung und Erklärung widersetzte, die Lehre vom Bau der lebendigen Formen, von der Bedeutung und Entstehung derselben, wird dadurch mit allen übrigen naturwissenschaftlichen Lehren auf einen und denselben Weg der Vollendung geführt. Es wird die Einheit aller Naturerscheinungen dadurch endgültig festgestellt.

Diese Einheit der ganzen Natur, die Beseelung aller Materie, die Untrennbarkeit der geistigen Kraft und des körperlichen Stoffes hat Goethe mit den Worten behauptet: „die Materie kann nie ohne Geist, der Geist nie ohne Materie existiren und wirksam sein“. Von den großen monistischen Philosophen aller Zeiten sind diese obersten Grundsätze der mechanischen Weltanschauung vertreten worden. Schon Demokritos von Abdera, der unsterbliche Begründer der Atomenlehre, sprach dieselben fast ein halbes Jahrtausend vor Christus klar

aus, ganz vorzüglich aber der erhabene Spinoza und der große Dominikanermönch Giordano Bruno. Der letztere wurde dafür am 17. Februar 1600 in Rom von der christlichen Inquisition auf dem Scheiterhaufen verbrannt, an demselben Tage, an welchem 36 Jahre früher sein großer Landsmann und Kampfgenosse Galilei geboren wurde. Solche Männer, die für eine große Idee leben und sterben, pflegt man als „Materialisten" zu verketzern, ihre Gegner aber, deren Beweisgründe Tortur und Scheiterhaufen sind, als „Spiritualisten" zu preisen.

Durch die Descendenztheorie wird es uns zum erstenmal möglich, die monistische Lehre von der Einheit der Natur so zu begründen, daß eine mechanisch-causale Erklärung auch der verwickeltsten organischen Erscheinungen, z. B. der Entstehung und Einrichtung der Sinnesorgane, in der That nicht mehr Schwierigkeiten für das allgemeine Verständniß hat, als die mechanische Erklärung irgend welcher physikalischen Processe, wie z. B. der Erdbeben, der Richtungen des Windes oder der Strömungen des Meeres. Wir gelangen dadurch zu der äußerst wichtigen Ueberzeugung, daß alle Naturkörper, die wir kennen, gleichmäßig belebt sind, daß der Gegensatz, welchen man zwischen lebendiger und todter Körperwelt aufstellte, im Grunde nicht existirt. Wenn ein Stein, frei in die Luft geworfen, nach bestimmten Gesetzen zur Erde fällt, oder wenn in einer Salzlösung sich ein Krystall bildet, oder wenn Schwefel und Quecksilber sich zu Zinnober verbinden, so sind diese Erscheinungen nicht mehr und nicht minder mechanische Lebenserscheinungen, als das Wachsthum und das Blühen der Pflanzen, als die Fortpflanzung und die Sinnesthätigkeit der Thiere, als die Empfindung und die Gedankenbildung des Menschen. In dieser Herstellung der einheitlichen oder monistischen Naturauffassung liegt das höchste und allgemeinste Verdienst der von Darwin an die Spitze der heutigen Naturwissenschaft gestellten Entwickelungslehre.

TAYLOR INST. OXFORD

Zweiter Vortrag.

Wiſſenſchaftliche Berechtigung der Deſcendenztheorie. Schöpfungsgeſchichte nach Linné.

Die Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie als die einheitliche Erklärung der organiſchen Naturerſcheinungen durch natürliche wirkende Urſachen. Vergleichung derſelben mit Newtons Gravitationstheorie. Grenzen der wiſſenſchaftlichen Erklärung und der menſchlichen Erkenntniß überhaupt. Alle Erkenntniß urſprünglich durch ſinnliche Erfahrung bedingt, aposteriori. Uebergang der aposterioriſchen Erkenntniſſe durch Vererbung in aprioriſche Erkenntniſſe. Gegenſatz der übernatürlichen Schöpfungsgeſchichten von Linné, Cuvier, Agaſſiz, und der natürlichen Entwickelungstheorien von Lamarck, Goethe, Darwin. Zuſammenhang der erſteren mit der moniſtiſchen (mechaniſchen), der letzteren mit der dualiſtiſchen (teleologiſchen) Weltanſchauung. Monismus und Materialismus. Wiſſenſchaftlicher und ſittlicher Materialismus. Schöpfungsgeſchichte des Moſes. Linné als Begründer der ſyſtematiſchen Naturbeſchreibung und Artunterſcheidung. Linnés Claſſification und binäre Nomenclatur Bedeutung des Speciesbegriffs bei Linné. Seine Schöpfungsgeſchichte. Linnés Anſicht von der Entſtehung der Arten.

Meine Herren! Der Werth einer jeden naturwiſſenſchaftlichen Theorie wird ſowohl durch die Anzahl und das Gewicht der zu erklärenden Gegenſtände gemeſſen, als auch durch die Einfachheit und Allgemeinheit der Urſachen, welche als Erklärungsgründe benutzt werden. Je größer einerſeits die Anzahl, je wichtiger die Bedeutung der durch die Theorie zu erklärenden Erſcheinungen iſt, und je einfacher andrerſeits, je allgemeiner die Urſachen ſind, welche die Theorie zur Erklärung in Anſpruch nimmt, deſto höher iſt ihr wiſſenſchaftlicher

Werth, desto sicherer bedienen wir uns ihrer Leitung, desto mehr sind wir verpflichtet zu ihrer Annahme.

Denken Sie z. B. an diejenige Theorie, welche bisher als der größte Erwerb des menschlichen Geistes galt, an die Gravitationstheorie, welche der Engländer Newton vor 200 Jahren in seinen mathematischen Principien der Naturphilosophie begründete. Hier finden Sie das zu erklärende Object so groß genommen als Sie es nur denken können. Er unternahm es, die Bewegungserscheinungen der Planeten und den Bau des Weltgebäudes auf mathematische Gesetze zurückzuführen. Als die höchst einfache Ursache dieser verwickelten Bewegungserscheinungen begründete Newton das Gesetz der Schwere oder der Massenanziehung, dasselbe, welches die Ursache des Falles der Körper, der Adhäsion, der Cohäsion und vieler anderen Erscheinungen ist.

Wenn Sie nun den gleichen Maßstab an die Theorie Darwins anlegen, so müssen Sie zu dem Schluß kommen, daß diese ebenfalls zu den größten Eroberungen des menschlichen Geistes gehört, und daß sie sich unmittelbar neben die Gravitationstheorie Newtons stellen kann. Vielleicht erscheint Ihnen dieser Ausspruch übertrieben oder wenigstens sehr gewagt; ich hoffe Sie aber im Verlauf dieser Vorträge zu überzeugen, daß diese Schätzung nicht zu hoch gegriffen ist. In der vorigen Stunde wurden bereits einige der wichtigsten und allgemeinsten Erscheinungen aus der organischen Natur namhaft gemacht, welche durch Darwins Theorie erklärt werden. Dahin gehören vor Allen die Formveränderungen welche die individuelle Entwickelung der Organismen begleiten, äußerst mannichfaltige und verwickelte Erscheinungen, welche bisher einer mechanischen Erklärung, d. h. einer Zurückführung auf wirkende Ursachen die größten Schwierigkeiten in den Weg legten. Wir haben die rudimentären Organe erwähnt, jene außerordentlich merkwürdigen Einrichtungen in den Thier- und Pflanzenkörpern, welche keinen Zweck haben, welche jede teleologische, jede nach einem Endzweck des Organismus suchende Erklärung vollständig widerlegen. Es ließe sich noch eine große An-

zahl von anderen Erscheinungen anführen die nichts minder wichtig sind, die bisher nicht minder räthselhaft erschienen, und die in der einfachsten Weise durch die von Darwin reformirte Abstammungslehre erklärt werden. Ich erwähne vorläufig noch die Erscheinungen, welche uns die geographische Verbreitung der Thier- und Pflanzenarten auf der Oberfläche unseres Planeten, sowie die geologische Vertheilung der ausgestorbenen und versteinerten Organismen in den verschiedenen Schichten der Erdrinde darbietet. Auch diese wichtigen paläontologischen und geographischen Gesetze, welche wir bisher nur als Thatsachen kannten, werden durch die Abstammungslehre in ihren wirkenden Ursachen erkannt. Dasselbe gilt ferner von allen allgemeinen Gesetzen der vergleichenden Anatomie, insbesondere von dem großen Gesetze der Arbeitstheilung oder Sonderung (Polymorphismus oder Differenzirung), einem Gesetze, welches ebenso in der ganzen menschlichen Gesellschaft, wie in der Organisation des einzelnen Thier- und Pflanzenkörpers die wichtigste gestaltende Ursache ist, diejenige Ursache, welche ebenso eine immer größere Mannichfaltigkeit, wie eine fortschreitende Entwickelung der organischen Formen bedingt. In gleicher Weise, wie dieses bisher nur als Thatsche erkannte Gesetz der Arbeitstheilung, wird auch das Gesetz der fortschreitenden Entwickelung oder das Gesetz des Fortschritts, welches wir ebenso in der Geschichte der Völker, wie in der Geschichte der Thiere und Pflanzen überall wirksam wahrnehmen, in seinem Ursprung durch die Abstammungslehre erklärt. Und wenn Sie endlich Ihre Blicke auf das große Ganze der organischen Natur richten, wenn Sie vergleichend alle einzelnen großen Erscheinungsgruppen dieses ungeheuren Lebensgebietes zusammenfassen, so stellt sich Ihnen dasselbe im Lichte der Abstammungslehre nicht mehr als das künstlich ausgedachte Werk eines planmäßig bauenden Schöpfers dar, sondern als die nothwendige Folge wirkender Ursachen, welche in der chemischen Zusammensetzung der Materie selbst und in ihren physikalischen Eigenschaften liegen.

Digitized by Google

Man kann also im weitesten Umfang behaupten, und ich werde diese Behauptung im Verlaufe meiner Vorträge rechtfertigen, daß die Abstammungslehre uns zum ersten Male in die Lage versetzt, die Gesammtheit aller organischen Naturerscheinungen auf ein einziges Gesetz zurückzuführen, eine einzige wirkende Ursache für das unendlich verwickelte Getriebe dieser ganzen reichen Erscheinungswelt aufzufinden. In dieser Beziehung stellt sie sich ebenbürtig Newtons Gravitationstheorie an die Seite; ja sie erhebt sich noch über dieselbe!

Aber auch die Erklärungsgründe sind hier nicht minder einfach, wie dort. Es sind nicht neue, bisher unbekannte Eigenschaften des Stoffes, welche Darwin zur Erklärung dieser höchst verwickelten Erscheinungswelt herbeizieht; es sind nicht etwa Entdeckungen neuer Verbindungsverhältnisse der Materie, oder neuer Organisationskräfte derselben; sondern es ist lediglich die außerordentlich geistvolle Verbindung, die synthetische Zusammenfassung und denkende Vergleichung einer Anzahl längst bekannter Thatsachen, durch welche Darwin das „heilige Räthsel" der lebendigen Formenwelt löst. Die erste Rolle spielt dabei die Erwägung der Wechselbeziehungen, welche zwischen zwei allgemeinen Lebensthätigkeiten der Organismen bestehen, den Functionen der Vererbung und der Anpassung. Lediglich durch Erwägung des Wechselverhältnisses zwischen diesen beiden Lebensthätigkeiten oder physiologischen Functionen der Organismen, sowie ferner durch Erwägung der gegenseitigen Beziehungen, welche alle an einem und demselben Ort zusammenlebenden Thiere und Pflanzen nothwendig zu einander besitzen — lediglich durch richtige Würdigung dieser einfachen Thatsachen, und durch die geschickte Verbindung derselben ist es Darwin möglich geworden, in denselben die wahren wirkenden Ursachen (causae efficientes) für die unendlich verwickelten Gestaltungen der organischen Natur zu finden.

Wir sind nun verpflichtet, diese Theorie auf jeden Fall anzunehmen und so lange zu behaupten, bis sich eine bessere findet, die es unternimmt, die gleiche Fülle von Thatsachen ebenso einfach zu erklären. Bisher entbehrten wir einer solchen Theorie vollständig. Zwar

Digitized by Google

war der Grundgedanke nicht neu, daß alle verschiedenen Thier- und Pflanzenformen von einigen wenigen oder sogar von einer einzigen höchst einfachen Grundform abstammen müssen. Dieser Gedanke war längst ausgesprochen und zuerst von dem großen Lamarck*) im Anfang unseres Jahrhunderts bestimmt formulirt worden. Allein Lamarck sprach doch eigentlich bloß die Hypothese der gemeinsamen Abstammung aus, ohne sie durch Erläuterung der wirkenden Ursachen zu begründen. Und gerade in dem Nachweis dieser Ursachen liegt der außerordentliche Fortschritt, welchen Darwin über Lamarcks Theorie hinaus gethan hat. Er fand in der physiologischen Vererbungs- und Anpassungs-Fähigkeit der organischen Materie die wahre Ursache jenes genealogischen Verhältnisses auf. Auch konnte der geistvolle Lamarck noch nicht über das kolossale Material biologischer Thatsachen gebieten, welches durch die emsigen zoologischen und botanischen Forschungen der letzten fünfzig Jahre angesammelt und von Darwin zu einem überwältigenden Beweis-Apparat verwerthet wurde.

Die Theorie Darwins ist also nicht, wie seine Gegner häufig behaupten, eine beliebige, aus der Luft gegriffene, bodenlose Hypothese. Es liegt nicht im Belieben der einzelnen Zoologen und Botaniker, ob sie dieselbe als erklärende Theorie annehmen wollen oder nicht. Vielmehr sind sie dazu gezwungen und verpflichtet nach dem allgemeinen, in den Naturwissenschaften überhaupt gültigen Grundsatze, daß wir zur Erklärung der Erscheinungen jede mit den wirklichen Thatsachen vereinbare, wenn auch nur schwach begründete Theorie so lange annehmen und beibehalten müssen, bis sie durch eine bessere ersetzt wird. Wenn wir dies nicht thun, so verzichten wir auf eine wissenschaftliche Erklärung der Erscheinungen, und das ist in der That der Standpunkt, den viele Biologen noch gegenwärtig einnehmen. Sie betrachten das ganze Gebiet der belebten Natur als ein vollkommenes Räthsel und halten die Entstehung der Thier- und Pflanzenarten, die Erscheinungen ihrer Entwickelung und Verwandtschaft für ganz unerklärlich, für ein Wunder; sie wollen von einem wahren Verständniß derselben überhaupt nichts wissen.

Diejenigen Gegner Darwins, welche nicht geradezu in dieser Weise auf eine biologische Erklärung verzichten wollen, pflegen freilich zu sagen: „Darwins Lehre von dem gemeinschaftlichen Ursprung der verschiedenartigen Organismen ist nur eine Hypothese; wir stellen ihr eine andere entgegen, die Hypothese, daß die einzelnen Thier- und Pflanzenarten nicht durch Abstammung sich auseinander entwickelt haben, sondern daß sie unabhängig von einander durch ein noch unentdecktes Naturgesetz entstanden sind." So lange aber nicht gezeigt wird, wie diese Entstehung zu denken ist, und was das für ein „Naturgesetz" ist, so lange nicht einmal wahrscheinliche Erklärungsgründe geltend gemacht werden können, welche für eine unabhängige Entstehung der Thier- und Pflanzenarten sprechen, so lange ist diese Gegenhypothese in der That keine Hypothese, sondern eine leere, nichtssagende Redensart. Auch verdient Darwins Theorie nicht den Namen einer Hypothese. Denn eine wissenschaftliche Hypothese ist eine Annahme, welche sich auf unbekannte, bisher noch nicht durch die sinnliche Erfahrung wahrgenommene Eigenschaften oder Bewegungserscheinungen der Naturkörper stützt. Darwins Lehre aber nimmt keine derartigen unbekannten Verhältnisse an; sie gründet sich auf längst anerkannte allgemeine Eigenschaften der Organismen, und es ist, wie bemerkt, die außerordentliche geistvolle, umfassende Verbindung einer Menge bisher vereinzelt dagestandener Erscheinungen, welche dieser Theorie ihren außerordentlich hohen inneren Werth giebt. Wir gelangen durch sie zum ersten Mal in die Lage, für die Gesammtheit aller uns bekannten morphologischen Erscheinungen in der Thier- und Pflanzenwelt eine bewirkende Ursache nachzuweisen; und zwar ist diese wahre Ursache immer ein und dieselbe, nämlich die Wechselwirkung der Anpassung und der Vererbung. Diese ist aber ein physiologisches Verhältniß, und als solches durch physikalisch-chemische oder mechanische Ursachen bedingt. Aus diesen Gründen ist die Annahme der durch Darwin mechanisch begründeten Abstammungslehre für die gesammte Zoologie und Botanik eine zwingende und unabweisbare Nothwendigkeit.

Da nach meiner Ansicht also die unermeßliche Bedeutung von Darwins Lehre darin liegt, daß sie die bisher nicht erklärten organischen Formerscheinungen mechanisch erklärt, so ist es wohl nothwendig, hier gleich noch ein Wort über den vieldeutigen Begriff der Erklärung einzuschalten. Häufig wird Darwins Theorie entgegengehalten, daß sie allerdings jene Erscheinungen durch die Vererbung und Anpassung vollkommen erkläre, daß dadurch aber nicht diese Eigenschaften der organischen Materie selbst erklärt werden, daß wir nicht zu den letzten Gründen gelangen. Dieser Einwurf ist ganz richtig; allein er gilt in dieser Weise von allen Erscheinungen. Wir gelangen nirgends zu einer Erkenntniß der letzten Gründe. Die Entstehung jedes einfachen Salzkrystalles, den wir beim Abdampfen einer Mutterlauge erhalten, ist uns im letzten Grunde nicht minder räthselhaft, und an sich nicht minder unbegreiflich, als die Entstehung jedes Thieres, daß sich aus einer einfachen Eizelle entwickelt. Bei Erklärung der einfachsten physikalischen oder chemischen Erscheinungen, z. B. des Falles eines Steins oder der Bildung einer chemischen Verbindung gelangen wir durch Auffindung der wirkenden Ursachen, z. B. der Schwerkraft oder der chemischen Verwandtschaft, zu anderen weiter zurückliegenden Erscheinungen, die an und für sich Räthsel sind. Das liegt in der Beschränktheit oder Relativität unseres Erkenntnißvermögens. Wir dürfen niemals vergessen, daß die menschliche Erkenntnißfähigkeit allerdings absolut beschränkt ist und nur eine relative Ausdehnung besitzt. Sie ist zunächst schon beschränkt durch die Beschaffenheit unserer Sinne und unseres Gehirns.

Ursprünglich stammt alle Erkenntniß aus der sinnlichen Wahrnehmung. Man führt wohl dieser gegenüber die angeborene, a priori gegebene Erkenntniß des Menschen an; indessen können wir mit Hülfe der Descendenztheorie nachweisen, daß die sogenannte aprioriſche Erkenntniß anfänglich a posteriori erworben, in ihren letzten Gründen durch Erfahrungen bedingt ist. Erkenntnisse, welche ursprünglich auf rein empirischen Wahrnehmungen beruhen, also rein sinnliche Erfahrungen sind, welche aber dann eine Reihe von Generationen hindurch

vererbt werden, treten bei den jüngeren Generationen ſcheinbar als unabhängige, angeborene, aprioriſche auf. Von unſeren uralten thieriſchen Voreltern ſind alle ſogenannten „Erkenntniſſe a priori“ urſprünglich a posteriori gefaßt worden und erſt durch Vererbung allmählich zu aprioriſchen geworden. Sie beruhen in letzter Inſtanz auf Erfahrungen, und wir können durch die Geſetze der Vererbung und Anpaſſung beſtimmt nachweiſen, daß in der Art, wie es gewöhnlich geſchieht, Erkenntniſſe a priori den Erkenntniſſen a posteriori nicht entgegen zu ſtellen ſind. Vielmehr iſt die ſinnliche Erfahrung die urſprüngliche Quelle aller Erkenntniſſe. Schon aus dieſem Grunde bleibt alle unſere Wiſſenſchaft beſchränkt, und niemals vermögen wir die letzten Gründe irgend einer Erſcheinung zu erfaſſen. Die Kryſtalliſationskraft, die Schwerkraft und die chemiſche Verwandtſchaft bleiben uns, an und für ſich, eben ſo unbegreiflich, wie die Anpaſſung und die Vererbung, wie der Wille und das Bewußtſein.

Wenn uns nun die Theorie Darwins die Geſammtheit aller vorhin in einem kurzen Ueberblick zuſammengefaßten Erſcheinungen aus einem einzigen Geſichtspunkt erklärt, wenn ſie eine und dieſelbe Beſchaffenheit des Organismus als die wirkende Urſache nachweiſt, ſo leiſtet ſie vorläufig Alles, was wir verlangen können. Außerdem läßt ſich aber auch mit gutem Grunde hoffen, daß wir die letzten Gründe, zu welchen Darwin gelangt, nämlich die Eigenſchaften der Erblichkeit und der Anpaſſungsfähigkeit, noch weiter werden erklären lernen; daß wir z. B. dahin gelangen werden, die Molekularverhältniſſe in der Zuſammenſetzung der Eiweißſtoffe als die weiter zurückliegenden, einfachen Gründe jener Erſcheinungen aufzudecken. Freilich iſt in der nächſten Zukunft hierzu noch keine Ausſicht, und wir begnügen uns vorläufig mit jener Zurückführung, wie wir uns in der Newton'ſchen Theorie mit der Zurückführung der Planetenbewegungen auf die Schwerkraft begnügen. Die Schwerkraft ſelbſt iſt uns ebenfalls ein Räthſel, an ſich nicht erkennbar.

Bevor wir nun an unſere Hauptaufgabe, an die eingehende Erörterung der Abſtammungslehre und der aus ihr ſich ergebenden

Folgerungen herantreten, lassen Sie uns einen geschichtlichen Rückblick auf die wichtigsten und verbreitetsten von denjenigen Ansichten werfen, welche sich die Menschen vor Darwin über die organische Schöpfung, über die Entstehung der mannichfaltigen Thier- und Pflanzenarten gebildet hatten. Es liegt dabei keineswegs in meiner Absicht, Sie mit einem vergleichenden Ueberblick über alle die zahlreichen Schöpfungsdichtungen der verschiedenen Menschen-Arten, -Rassen und -Stämme zu unterhalten. So interessant und lohnend diese Aufgabe, sowohl in ethnographischer als in culturhistorischer Beziehung, auch wäre, so würde uns dieselbe doch hier viel zu weit führen. Auch trägt die übergroße Mehrzahl aller dieser Schöpfungssagen zu sehr das Gepräge willkürlicher Dichtung und des Mangels eingehender Naturbetrachtung, als daß dieselben für eine naturwissenschaftliche Behandlung der Schöpfungsgeschichte von Interesse wären. Ich werde daher von den nicht wissenschaftlich begründeten Schöpfungsgeschichten blos die mosaische hervorheben, wegen des beispiellosen Einflusses, den diese morgenländische Sage in der abendländischen Culturwelt gewonnen hat. Dann werde ich sogleich zu den wissenschaftlich formulirten Schöpfungshypothesen übergehen, welche erst nach Beginn des verflossenen Jahrhunderts, mit Linné, ihren Anfang nahmen.

Alle verschiedenen Vorstellungen, welche sich die Menschen jemals von der Entstehung der verschiedenen Thier- und Pflanzenarten gemacht haben, lassen sich füglich in zwei entgegengesetzte Gruppen bringen, in natürliche und übernatürliche Schöpfungsgeschichten.

Diese beiden Gruppen entsprechen im Großen und Ganzen den beiden verschiedenen Hauptformen der menschlichen Weltanschauung, welche wir vorher als monistische (einheitliche) und dualistische (zwiespältige) Naturauffassung gegenüber gestellt haben. Die gewöhnliche dualistische oder teleologische (vitale) Weltanschauung muß die organische Natur als das zweckmäßig ausgeführte Product eines planvoll wirkenden Schöpfers ansehen. Sie muß in jeder einzelnen Thier- und Pflanzenart einen „verkörperten Schöpfungsgedanken"

erblicken, den materiellen Ausdruck einer zweckmäßig thätigen Entursache oder einer zweckthätigen Ursache (causa finalis). Sie muß nothwendig übernatürliche (nicht mechanische) Vorgänge für die Entstehung der Organismen in Anspruch nehmen. Wir dürfen sie daher mit Recht als übernatürliche Schöpfungsgeschichte bezeichnen. Von allen hierher gehörigen teleologischen Schöpfungsgeschichten gewann diejenige des Moses den großten Einfluß, da sie durch so bedeutende Naturforscher, wie Linné, selbst in der Naturwissenschaft allgemeinen Eingang fand. Auch die Schöpfungsansichten von Cuvier und Agassiz, und überhaupt von der großen Mehrzahl der Naturforscher sowohl als der Laien gehören in diese dualistische Gruppe.

Die von Darwin ausgebildete Entwicklungstheorie dagegen, welche wir hier als natürliche Schöpfungsgeschichte zu behandeln haben, und welche bereits von Goethe und Lamarck aufgestellt wurde, muß bei folgerichtiger Durchführung schließlich nothwendig zu der monistischen oder mechanischen (causalen) Weltanschauung hinleiten. Im Gegensatze zu jener dualistischen oder teleologischen Naturauffassung betrachtet dieselbe die Formen der organischen Naturkörper, ebenso wie diejenigen der anorgischen, als die nothwendigen Producte natürlicher Kräfte. Sie erblickt in den einzelnen Thier- und Pflanzenarten nicht verkörperte Gedanken des persönlichen Schöpfers, sondern den zeitweiligen Ausdruck eines mechanischen Entwickelungsganges der Materie, den Ausdruck einer nothwendig wirkenden Ursache oder einer mechanischen Ursache (causa efficiens). Wo der teleologische Dualismus in den Schöpfungswundern die willkürlichen Einfälle eines launenhaften Schöpfers aufsucht, da findet der causale Monismus in den Entwickelungsprocessen die nothwendigen Wirkungen ewiger und unabänderlicher Naturgesetze.

Man hat diesen, hier von uns vertretenenen Monismus auch oft für identisch mit dem Materialismus erkärt. Da man demgemäß auch den Darwinismus und überhaupt die ganze Ent-

wickelungstheorie als „materialistisch" bezeichnet hat, so kann ich nicht umhin, schon hier mich von vornherein gegen die Zweideutigkeit dieser Bezeichnung und gegen die Arglist, mit welcher dieselbe von mehreren Seiten zur Verketzerung unserer Lehre benutzt wird, ausdrücklich zu verwahren.

Unter dem Stichwort „Materialismus" werden sehr allgemein zwei gänzlich verschiedene Dinge mit einander verwechselt und vermengt, die im Grunde gar Nichts mit einander zu thun haben, nämlich der naturwissenschaftliche und der sittliche Materialismus. Der naturwissenschaftliche Materialismus ist in gewissem Sinne mit unserem Monismus identisch. Denn er behauptet im Grunde weiter nichts, als daß Alles in der Welt mit natürlichen Dingen zugeht, daß jede Wirkung ihre Ursache und jede Ursache ihre Wirkung hat. Er stellt also über die Gesammtheit aller uns erkennbaren Erscheinungen das Causal-Gesetz, oder das Gesetz von dem nothwendigen Zusammenhang von Ursache und Wirkung. Dagegen verwirft er entschieden jeden Wunderglauben und jede wie immer geartete Vorstellung von übernatürlichen Vorgängen. Für ihn giebt es daher eigentlich in dem ganzen Gebiete menschlicher Erkenntniß nirgends mehr eine wahre Metaphysik, sondern überall nur Physik. Für ihn ist der unzertrennliche Zusammenhang von Stoff, Form und Kraft selbstverständlich. Dieser wissenschaftliche Materialismus ist auf dem ganzen großen Gebiete der anorgischen Naturwissenschaft, in der Physik und Chemie, in der Mineralogie und Geologie, längst so allgemein anerkannt, daß kein Mensch mehr über seine alleinige Berechtigung im Zweifel ist. Ganz anders verhält es sich jedoch in der Biologie, in der organischen Naturwissenschaft, wo man die Geltung desselben noch fortwährend von vielen Seiten her bestreitet, ihm aber nichts Anderes, als das metaphysische Gespenst der Lebenskraft, oder gar nur theologische Dogmen, entgegenhalten kann. Wenn wir nun aber den Beweis führen können, daß die ganze erkennbare Natur nur Eine ist, daß dieselben „ewigen, ehernen, großen Gesetze" in dem Leben der Thiere und Pflanzen, wie in dem

Wachsthum der Krystalle und in der Triebkraft des Wasserdampfes thätig sind, so werden wir auch auf dem gesammten Gebiete der Biologie, in der Zoologie wie in der Botanik, überall mit demselben Rechte den monistischen oder mechanischen Standpunkt festhalten, mag man denselben nun als „Materialismus" verdächtigen oder nicht. In diesem Sinne ist die ganze exacte Naturwissenschaft, und an ihrer Spitze das Causalgesetz, rein „materialistisch". Man könnte sie aber mit demselben Rechte auch rein „spiritualistisch" nennen, wenn man nur consequent die einheitliche Betrachtung für alle Erscheinungen ohne Ausnahme durchführt. Denn eben durch diese consequente Einheit gestaltet sich unser heutiger Monismus zur Versöhnung von Idealismus und Realismus, zur Ausgleichung des einseitigen Spiritualismus und Materialismus.

Ganz etwas Anderes als dieser naturwissenschaftliche ist der sittliche oder ethische Materialismus, der mit dem ersteren gar Nichts gemein hat. Dieser „eigentliche" Materialismus verfolgt in seiner practischen Lebensrichtung kein anderes Ziel, als den möglichst raffinirten Sinnengenuß. Er schwelgt in dem traurigen Wahne, daß der rein sinnliche Genuß dem Menschen wahre Befriedigung geben könne, und indem er diese in keiner Form der Sinnenlust finden kann, stürzt er sich schmachtend von einer zur andern. Die tiefe Wahrheit, daß der eigentliche Werth des Lebens nicht im materiellen Genuß, sondern in der sittlichen That, und daß die wahre Glückseligkeit nicht in äußeren Glücksgütern, sondern nur in tugendhaftem Lebenswandel beruht, ist jenem ethischen Materialismus unbekannt. Daher sucht man denselben auch vergebens bei solchen Naturforschern und Philosophen, deren höchster Genuß der geistige Naturgenuß und deren höchstes Ziel die Erkenntniß der Naturgesetze ist. Diesen Materialismus muß man in den Palästen der Kirchenfürsten und bei allen jenen Heuchlern suchen, welche unter der äußeren Maske frommer Gottesverehrung lediglich hierarchische Tyrannei und materielle Ausbeutung ihrer Mitmenschen erstreben. Stumpf für den unendlichen Adel der sogenannten „rohen Materie" und der aus ihr entspringenden herrlichen Er-

ſcheinungswelt, unempfindlich für die unerſchöpflichen Reize der Natur, wie ohne Kenntniß von ihren Geſetzen, verketzern dieſelben die ganze Naturwiſſenſchaft und die aus ihr entſpringende Bildung als ſündlichen Materialismus, während ſie ſelbſt dem letzteren in der widerlichſten Geſtalt fröhnen. Nicht allein die ganze Geſchichte der „unfehlbaren" Päpſte mit ihrer endloſen Kette von gräulichen Verbrechen, ſondern auch die widerwärtige Sittengeſchichte der Orthodoxie in allen Religionsformen liefert Ihnen hierfür genügende Beweiſe.

Um nun in Zukunft die übliche Verwechſelung dieſes ganz verwerflichen ſittlichen Materialismus mit unſerem naturphiloſophiſchen Materialismus zu vermeiden, und um überhaupt das einſeitige Mißverſtändniß des letzteren zu beſeitigen, halten wir es für nöthig, denſelben entweder Monismus oder Cauſalismus zu nennen. Das Princip dieſes Monismus iſt daſſelbe, was Kant das „Princip des Mechanismus" nennt; und Kant erklärt ausdrücklich, daß es ohne daſſelbe überhaupt keine Naturwiſſenſchaft geben könne. Dieſes Princip iſt von unſerer „natürlichen Schöpfungsgeſchichte" ganz untrennbar, und kennzeichnet dieſelbe gegenüber dem teleologiſchen Wunderglauben der übernatürlichen Schöpfungsgeſchichte.

Laſſen Sie uns nun zunächſt einen Blick auf die wichtigſte von allen übernatürlichen Schöpfungsgeſchichten werfen, diejenige des Moſes, wie ſie uns durch die alte Geſchichts- und Geſetzesurkunde des jüdiſchen Volkes, durch die Bibel, überliefert worden iſt. Bekanntlich iſt die moſaiſche Schöpfungsgeſchichte, wie ſie im erſten Capitel der Geneſis den Eingang zum alten Teſtament bildet, in der ganzen jüdiſchen und chriſtlichen Culturwelt bis auf den heutigen Tag in allgemeiner Geltung geblieben. Dieſer außerordentliche Erfolg erklärt ſich nicht allein aus der engen Verbindung derſelben mit den jüdiſchen und chriſtlichen Glaubenslehren, ſondern auch aus dem einfachen und natürlichen Ideengang, welcher dieſelbe durchzieht, und welcher vortheilhaft gegen die bunte Schöpfungsmythologie der meiſten anderen Völker des Alterthums abſticht. Zuerſt ſchafft Gott der Herr die Erde als anorgiſchen Weltkörper. Dann ſcheidet er Licht und

Finsterniß, darauf Wasser und Festland. Nun erst ist die Erde für Organismen bewohnbar geworden und es werden zunächst die Pflanzen, später erst die Thiere erschaffen, und zwar von den letzteren zuerst die Bewohner des Wassers und der Luft, später erst die Bewohner des Festlandes. Endlich zuletzt von allen Organismen schafft Gott den Menschen, sich selbst zum Ebenbilde und zum Beherrscher der Erde.

Zwei große und wichtige Grundgedanken der natürlichen Entwickelungslehre treten uns in dieser Schöpfungshypothese des Moses mit überraschender Klarheit und Einfachheit entgegen, der Gedanke der Sonderung oder Differenzirung, und der Gedanke der fortschreitenden Entwickelung oder Vervollkommnung. Obwohl Moses diese großen Gesetze der organischen Entwickelung, die wir später als nothwendige Folgerungen der Abstammungslehre nachweisen werden, als die unmittelbare Bildungsthätigkeit eines gestaltenden Schöpfers ansieht, liegt doch darin der erhabenere Gedanke einer fortschreitenden Entwickelung und Differenzirung der ursprünglich einfachen Materie verborgen. Wir können daher dem großartigen Naturverständniß des jüdischen Gesetzgebers und der einfach natürlichen Fassung seiner Schöpfungshypothese unsere gerechte und aufrichtige Bewunderung zollen, ohne darin eine sogenannte „göttliche Offenbarung" zu erblicken. Daß sie dies nicht sein kann, geht einfach schon daraus hervor, daß darin zwei große Grundirrthümer behauptet werden, nämlich erstens der geocentrische Irrthum, daß die Erde der feste Mittelpunkt der ganzen Welt sei, um welchen sich Sonne, Mond und Sterne bewegen; und zweitens der anthropocentrische Irrthum, daß der Mensch das vorbedachte Endziel der irdischen Schöpfung sei, für dessen Dienst die ganze übrige Natur nur geschaffen sei. Der erstere Irrthum wurde durch Copernicus' Weltsystem im Beginn des sechszehnten, der letztere durch Lamarcks Abstammungslehre im Beginn des neunzehnten Jahrhunderts vernichtet.

Trotzdem durch Copernicus bereits der geocentrische Irrthum der mosaischen Schöpfungsgeschichte nachgewiesen und damit die Autorität derselben als einer absolut vollkommenen göttlichen Offenbarung

aufgehoben wurde, erhielt sich dieselbe dennoch bis auf den heutigen Tag in solchem Ansehen, daß sie in weiten Kreisen das Haupthinderniß für die Annahme einer natürlichen Entwickelungstheorie bildet. Bekanntlich haben selbst viele Naturforscher noch in unserem Jahrhundert versucht, dieselbe mit den Ergebnissen der neueren Naturwissenschaft, insbesondere der Geologie, in Einklang zu bringen, und z. B. die sieben Schöpfungstage des Moses als sieben große geologische Perioden gedeutet. Indessen sind alle diese künstlichen Deutungsversuche so vollkommen verfehlt, daß sie hier keiner Widerlegung bedürfen. Die Bibel ist kein naturwissenschaftliches Werk, sondern eine Geschichts-, Gesetzes- und Religionsurkunde des jüdischen Volkes, deren hoher culturgeschichtlicher Werth dadurch nicht geschmälert wird, daß sie in allen naturwissenschaftlichen Fragen ohne jede maßgebende Bedeutung und voll von groben Irrthümern ist.

Wir können nun einen großen Sprung von mehr als drei Jahrtausenden machen, von Moses, welcher ungefähr um das Jahr 1480 vor Christus starb, bis auf Linné, welcher 1707 nach Christus geboren wurde. Während dieses ganzen Zeitraums wurde keine Schöpfungsgeschichte aufgestellt, welche eine bleibende Bedeutung gewann, oder deren nähere Betrachtung an diesem Orte von Interesse wäre. Insbesondere während der letzten 1500 Jahre, als das Christenthum die Weltherrschaft gewann, blieb die mit dessen Glaubenslehren verknüpfte mosaische Schöpfungsgeschichte so allgemein herrschend, daß erst das neunzehnte Jahrhundert sich entschieden dagegen aufzulehnen wagte. Selbst der große schwedische Naturforscher Linné, der Begründer der neueren Naturgeschichte, schloß sich in seinem Natursystem auf das Engste an die Schöpfungsgeschichte des Moses an.

Der außerordentliche Fortschritt, welchen Karl Linné in den sogenannten beschreibenden Naturwissenschaften that, besteht bekanntlich in der Aufstellung eines Systems der Thier- und Pflanzenarten, welches er in so folgerichtiger und logisch vollendeter Form durchführte, daß es bis auf den heutigen Tag in vielen Beziehungen die Richtschnur für alle folgenden, mit den Formen der Thiere und Pflan-

zen sich beschäftigenden Naturforscher geblieben ist. Obgleich das System Linné's ein künstliches war, obgleich er für die Classification der Thier- und Pflanzenarten nur einzelne Theile als Eintheilungsgrundlagen hervorsuchte und anwendete, hat dennoch dieses System sich den größten Erfolg errungen; erstens durch seine consequente Durchführung, und zweitens durch seine ungemein wichtig gewordene Benennungsweise der Naturkörper, auf welche wir hier nothwendig sogleich einen Blick werfen müssen. Nachdem man nämlich vor Linné sich vergeblich abgemüht hatte, in das unendliche Chaos der schon damals bekannten verschiedenen Thier- und Pflanzenformen durch irgend eine passende Namengebung und Zusammenstellung Licht zu bringen, gelang es Linné durch Aufstellung der sogenannten „binären Nomenclatur" mit einem glücklichen Griff diese wichtige und schwierige Aufgabe zu lösen. Die binäre Nomenclatur oder die zweifache Benennung wie sie Linné zuerst aufstellte, wird noch heutigen Tages ganz allgemein von allen Zoologen und Botanikern angewendet und wird sich unzweifelhaft sehr lange noch in gleicher Geltung erhalten. Sie besteht darin, daß jede Thier- und Pflanzenart mit zwei Namen bezeichnet wird, welche sich ähnlich verhalten, wie Tauf- und Familiennamen der menschlichen Individuen. Der besondere Name, welcher dem menschlichen Taufnamen entspricht, und welcher den Begriff der Art (Species) ausdrückt, dient zur gemeinschaftlichen Bezeichnung aller thierischen oder pflanzlichen Einzelwesen, welche in allen wesentlichen Formeigenschaften sich gleich sind, und sich nur durch ganz untergeordnete Merkmale unterscheiden. Der allgemeinere Name dagegen, welcher dem menschlichen Familiennamen entspricht, und welcher den Begriff der Gattung (Genus) ausdrückt, dient zur gemeinschaftlichen Bezeichnung aller nächst ähnlichen Arten oder Species. Der allgemeinere, umfassende Genusname wird nach Linné's allgemein gültiger Benennungsweise vorangesetzt; der besondere, untergeordnete Speciesname folgt ihm nach. So z. B. heißt die Hauskatze Felis domestica, die wilde Katze Felis catus, der Panther Felis pardus, der Jaguar Felis onca, der Tiger Felis tigris, der Löwe Felis leo;

alle ſechs Raubthierarten ſind verſchiedene Species eines und deſſelben Genus: Felis. Oder, um ein Beiſpiel aus der Pflanzenwelt hinzuzufügen, ſo heißt nach Linné's Benennung die Fichte Pinus abies, die Tanne Pinus picea, die Lärche Pinus larix, die Pinie Pinus pinea, die Zirbelkiefer Pinus cembra, die Ceder Pinus cedrus, die gewöhnliche Kiefer Pinus silvestris; alle ſieben Nadelholzarten ſind verſchiedene Species eines und deſſelben Genus: Pinus.

Vielleicht ſcheint Ihnen dieſer von Linné herbeigeführte Fortſchritt in der practiſchen Unterſcheidung und Benennung der vielgeſtaltigen Organismen nur von untergeordneter Wichtigkeit zu ſein. Allein in Wirklichkeit war er von der allergrößten Bedeutung, und zwar ſowohl in practiſcher als in theoretiſcher Beziehung. Denn es wurde nun erſt möglich, die Unmaſſe der verſchiedenartigen organiſchen Formen nach dem größeren oder geringeren Grade ihrer Aehnlichkeit zuſammenzuſtellen und überſichtlich in dem Fachwerk des Syſtems zu ordnen. Die Regiſtratur dieſes Fachwerks machte Linné dadurch noch überſichtlicher, daß er die nächſtähnlichen Gattungen (Genera) in ſogenannte Ordnungen (Ordines) zuſammenſtellte, und daß er die nächſtähnlichen Ordnungen in noch umfaſſenderen Hauptabtheilungen, den Claſſen (Classes) vereinigte. Es zerfiel alſo zunächſt jedes der beiden organiſchen Reiche nach Linné in eine geringe Anzahl von Claſſen; das Pflanzenreich in 24 Claſſen, das Thierreich in 6 Claſſen. Jede Claſſe enthielt wieder mehrere Ordnungen. Jede einzelne Ordnung konnte eine Mehrzahl von Gattungen und jede einzelne Gattung wiederum mehrere Arten enthalten.

Nicht minder bedeutend aber, als der unſchätzbare practiſche Nutzen, welchen Linné's binäre Nomenclatur ſofort für eine überſichtliche ſyſtematiſche Unterſcheidung, Benennung, Anordnung und Eintheilung der organiſchen Formenwelt hatte, war der unberechenbare theoretiſche Einfluß, welchen dieſelbe alsbald auf die geſammte allgemeine Beurtheilung der organiſchen Formen, und ganz beſonders auf die Schöpfungsgeſchichte gewann. Noch heute drehen ſich alle die wichtigen Grundfragen, welche wir vorher kurz erörterten, zuletzt

um die Entſcheidung der ſcheinbar ſehr abgelegenen und unwichtigen Vorfrage, was denn eigentlich die Art oder Species iſt? Noch heute kann der Begriff der organiſchen Species als der Angelpunkt der ganzen Schöpfungsfrage bezeichnet werden, als der ſtreitige Mittelpunkt, um deſſen verſchiedene Auffaſſung ſich alle Darwiniſten und Antidarwiniſten herumſchlagen.

Nach der Meinung Darwins und ſeiner Anhänger ſind die verſchiedenen Species einer und derſelben Gattung von Thieren und Pflanzen weiter nichts, als verſchiedenartig entwickelte Abkömmlinge einer und derſelben urſprünglichen Stammform. Die verſchiedenen vorhin genannten Nadelholzarten würden demnach von einer einzigen urſprünglichen Pinusform abſtammen. Ebenſo würden alle oben angeführten Katzenarten aus einer einzigen gemeinſamen Felisform ihren Urſprung ableiten, dem Stammvater der ganzen Gattung. Weiterhin müßten dann aber, der Abſtammungslehre entſprechend, auch alle verſchiedenen Gattungen einer und derſelben Ordnung von einer einzigen gemeinſchaftlichen Urform abſtammen, und ebenſo endlich alle Ordnungen einer Claſſe von einer einzigen Stammform.

Nach der entgegengeſetzten Vorſtellung der Gegner Darwins ſind dagegen alle Thier- und Pflanzenſpecies ganz unabhängig von einander, und nur die Einzelweſen oder Individuen einer jeden Species ſtammen von einer einzigen gemeinſamen Stammform ab. Fragen wir ſie nun aber, wie ſie ſich denn dieſe urſprünglichen Stammformen der einzelnen Arten entſtanden denken, ſo antworten ſie uns mit einem Sprung in das Unbegreifliche: „Dieſe ſind als ſolche geſchaffen worden".

Linné ſelbſt beſtimmte den Begriff der Species bereits in dieſer Weiſe, indem er ſagte: „Es giebt ſoviel verſchiedene Arten, als im Anfang verſchiedene Formen von dem unendlichen Weſen erſchaffen worden ſind". („Species tot sunt diversae, quot diversas formas ab initio creavit infinitum ens".) Er ſchloß ſich alſo in dieſer Beziehung aufs Engſte an die moſaiſche Schöpfungsgeſchichte an, welche ja ebenfalls die Pflanzen und Thiere „ein jegliches nach ſeiner

Art" erschaffen werden läßt. Näher hierauf eingehend, meinte Linné, daß ursprünglich von jeder Thier- und Pflanzenart entweder ein einzelnes Individuum oder ein Pärchen geschaffen worden sei; und zwar ein Pärchen, oder wie Moses sagt: „ein Männlein und ein Fräulein" von jenen Arten, welche getrennte Geschlechter haben; für jene Arten dagegen, bei welchen jedes Individuum beiderlei Geschlechtsorgane in sich vereinigt (Hermaphroditen oder Zwitter) wie z. B. die Regenwürmer, die Blutegel, die Garten- und Weinbergsschnecken, sowie die große Mehrzahl der Gewächse, meinte Linné, es sei hinreichend, wenn ein einzelnes Individuum erschaffen worden sei. Linné schloß sich weiterhin an die mosaische Legende auch in Betreff der Sündfluth an, indem er annahm, daß bei dieser großen allgemeinen Ueberschwemmung alle vorhandenen Organismen ertränkt worden seien, bis auf jene wenigen Individuen von jeder Art (sieben Paar von den Vögeln und von dem reinen Vieh, ein Paar von dem unreinen Vieh), welche in der Arche Noah gerettet und nach beendigter Sündfluth auf dem Ararat an das Land gesetzt wurden. Die geographische Schwierigkeit des Zusammenlebens der verschiedensten Thiere und Pflanzen suchte er sich dadurch zu erklären: der Ararat in Armenien, in einem warmen Klima gelegen und bis über 16,000 Fuß Höhe aufsteigend, vereinigt in sich die Bedingungen für den zeitweiligen gemeinsamen Aufenthalt auch solcher Thiere, die in verschiedenen Zonen leben. Es konnten zunächst also die an das Polarklima gewöhnten Thiere auf den kalten Gebirgsrücken hinaufklettern, die an das warme Klima gewöhnten an den Fuß hinabgehen, und die Bewohner der gemäßigten Zone in der Mitte der Berghöhe sich aufhalten. Von hier aus war die Möglichkeit gegeben, sich über die Erde nach Norden und Süden zu verbreiten.

Es ist wohl kaum nöthig, zu bemerken, daß diese Schöpfungshypothese Linné's, welche sich offenbar möglichst eng an den herrschenden Bibelglauben anzuschließen sucht, keiner ernstlichen Widerlegung bedarf. Wenn man die sonstige Klarheit des scharfsinnigen Linné erwägt, darf man vielleicht zweifeln, daß er selbst daran

glaubte. Was die gleichzeitige Abstammung aller Individuen einer jeden Species von je einem Elternpaare (oder bei den hermaphroditischen Arten von je einem Stammzwitter) betrifft, so ist sie offenbar ganz unhaltbar; denn abgesehen von anderen Gründen, würden schon in den ersten Tagen nach geschehener Schöpfung die wenigen Raubthiere ausgereicht haben, sämmtlichen Pflanzenfressern den Garaus zu machen, wie die pflanzenfressenden Thiere die wenigen Individuen der verschiedenen Pflanzenarten hätten zerstören müssen. Ein solches Gleichgewicht in der Oeconomie der Natur, wie es gegenwärtig existirt, konnte unmöglich stattfinden, wenn von jeder Art nur ein Individuum oder nur ein Paar ursprünglich und gleichzeitig geschaffen wurde.

Wie wenig übrigens Linné auf diese unhaltbare Schöpfungshypothese Gewicht legte, geht unter Anderem daraus hervor, daß er die Bastarderzeugung (Hybridismus) als eine Quelle der Entstehung neuer Arten anerkannte. Er nahm an, daß eine große Anzahl von selbstständigen neuen Species auf diesem Wege, durch geschlechtliche Vermischung zweier verschiedener Species, entstanden sei. In der That kommen solche Bastarde (Hybridae) durchaus nicht selten in der Natur vor, und es ist jetzt erwiesen, daß eine große Anzahl von Arten z. B. aus den Gattungen der Brombeere (Rubus), des Wollkrauts (Verbascum), der Weide (Salix), der Distel (Cirsium) Bastarde von verschiedenen Arten dieser Gattungen sind. Ebenso kennen wir Bastarde von Hasen und Kaninchen (zwei Species der Gattung Lepus), ferner Bastarde verschiedener Arten der Hundegattung (Canis), der Hirschgattung (Cervus) u. s. w., welche als selbständige Arten sich fortzupflanzen im Stande sind. Ja, wir sind sogar aus vielen wichtigen Gründen zu der Annahme berechtigt, daß die Bastardzeugung eine sehr ergiebige Quelle für die Entstehung neuer Arten bildet; und diese Quelle ist ganz unabhängig von der natürlichen Züchtung, durch welche nach Darwins Ansicht die meisten Species entstanden sind. Wahrscheinlich sind sehr zahlreiche Thier- und Pflanzen-Formen, die wir heute als sogenannte „gute Arten" in unseren systematischen Registern aufführen, weiter

Nichts, als fruchtbare Bastarde, welche ganz zufällig durch die gelegentliche Vermischung der Geschlechtsproducte von zwei verschiedenen Arten entstanden sind. Namentlich ist diese Annahme für die Wasserthiere und Wasserpflanzen gerechtfertigt. Wenn man bedenkt, welche Massen von verschiedenartigen Samenzellen und Eizellen hier im Wasser beständig zusammentreffen, so erscheint dadurch der Bastardzeugung der weiteste Spielraum geöffnet.

Es ist gewiß sehr bemerkenswerth, daß Linné bereits die physiologische (also mechanische) Entstehung von neuen Species auf diesem Wege der Bastardzeugung behauptete. Offenbar steht dieselbe in unvereinbarem Gegensatze zu der übernatürlichen Entstehung der anderen Species durch Schöpfung, welche er der mosaischen Schöpfungsgeschichte gemäß annahm. Die eine Abtheilung der Species würde demnach durch dualistische (teleologische) Schöpfung, die andere durch monistische (mechanische) Entwickelung entstanden sein.

Das große und wohlverdiente Ansehen, welches sich Linné durch seine systematische Classification und durch seine übrigen Verdienste um die Biologie erworben hatte, war offenbar die Ursache, daß auch seine Schöpfungsansichten das ganze vorige Jahrhundert hindurch unangefochten in voller und ganz allgemeiner Geltung blieben. Wenn nicht die ganze systematische Zoologie und Botanik die von Linné eingeführte Unterscheidung, Classification und Benennung der Arten und den damit verbundenen dogmatischen Speciesbegriff mehr oder minder unverändert beibehalten hätte, würde man nicht begreifen, daß seine Vorstellung von einer selbstständigen Schöpfung der einzelnen Species selbst bis auf den heutigen Tag ihre Herrschaft behaupten konnte. Denn je mehr sich unsere Kenntnisse vom Bau und von der Entwickelung der Organismen erweiterten, desto unhaltbarer mußte jene Vorstellung erscheinen. Nur durch die große Autorität Linné's und durch seine Anlehnung an den herrschenden Bibelglauben war die Erhaltung seiner Schöpfungshypothese bis auf unsere Zeit möglich.

Dritter Vortrag.

Schöpfungsgeschichte nach Cuvier und Agassiz.

Allgemeine theoretische Bedeutung des Speciesbegriffs. Unterschied in der theoretischen und practischen Bestimmung des Artbegriffs. Cuviers Definition der Species. Cuviers Verdienste als Begründer der vergleichenden Anatomie. Unterscheidung der vier Hauptformen (Typen oder Zweige) des Thierreichs durch Cuvier und Baer. Cuviers Verdienste um die Paläontologie. Seine Hypothese von den Revolutionen des Erdballs und den durch dieselben getrennten Schöpfungsperioden. Unbekannte, übernatürliche Ursachen dieser Revolutionen und der darauf folgenden Neuschöpfungen. Teleologisches Natursystem von Agassiz. Seine Vorstellungen vom Schöpfungsplane und dessen sechs Kategorien (Gruppenstufen des Systems). Agassiz' Ansichten von der Erschaffung der Species. Grobe Vermenschlichung (Anthropomorphismus) des Schöpfers in der Schöpfungshypothese von Agassiz. Innere Unhaltbarkeit derselben und Widersprüche mit den von Agassiz entdeckten wichtigen paläontologischen Gesetzen.

Meine Herren! Der entscheidende Schwerpunkt in dem Meinungskampfe, der von den Naturforschern über die Entstehung der Organismen, über ihre Schöpfung oder Entwickelung geführt wird, liegt in den Vorstellungen, welche man sich von dem Wesen der Art oder Species macht. Entweder hält man mit Linné die verschiedenen Arten für selbstständige, von einander unabhängige Schöpfungsformen, oder man nimmt mit Darwin deren Blutsverwandtschaft an. Wenn man Linné's Ansicht theilt (welche wir in dem letzten Vortrag auseinandersetzten), daß die verschiedenen organischen Species unabhängig von einander entstanden sind, daß sie keine Bluts-

verwandtschaft haben, so ist man zu der Annahme gezwungen, daß dieselben selbstständig erschaffen sind; man muß entweder für jedes einzelne organische Individuum einen besonderen Schöpfungsact annehmen (wozu sich wohl kein Naturforscher entschließen wird), oder man muß alle Individuen einer jeden Art von einem einzigen Individuum oder von einem einzigen Stammpaare ableiten, welches nicht auf natürlichem Wege entstanden, sondern durch den Machtspruch eines Schöpfers in das Dasein gerufen ist. Damit verläßt man aber das sichere Gebiet vernunftgemäßer Natur-Erkenntniß und flüchtet sich in das mythologische Reich des Wunderglaubens.

Wenn man dagegen mit Darwin die Formenähnlichkeit der verschiedenen Arten auf wirkliche Blutsverwandtschaft bezieht, so muß man alle verschiedenen Species der Thier- und Pflanzenwelt als veränderte Nachkommen einer einzigen oder einiger wenigen, höchst einfachen, ursprünglichen Stammformen betrachten. Durch diese Anschauung gewinnt das natürliche System der Organismen (die baumartig verzweigte Anordnung und Eintheilung derselben in Classen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten) die Bedeutung eines wirklichen Stammbaums, dessen Wurzel durch jene uralten längst verschwundenen Stammformen gebildet wird. Eine wirklich naturgemäße und folgerichtige Betrachtung der Organismen kann aber auch für diese einfachsten ursprünglichen Stammformen keinen übernatürlichen Schöpfungsact annehmen, sondern nur eine Entstehung durch Urzeugung (Archigonie oder Generatio spontanea). Durch Darwins Ansicht von dem Wesen der Species gelangen wir daher zu einer natürlichen Entwickelungstheorie, durch Linné's Auffassung des Artbegriffs dagegen zu einem übernatürlichen Schöpfungsdogma.

Die meisten Naturforscher nach Linné, dessen große Verdienste um die unterscheidende und beschreibende Naturwissenschaft ihm das höchste Ansehen gewannen, traten in seine Fußtapfen, und ohne weiter über die Entstehung der Organismen nachzudenken, nahmen sie in dem Sinne Linné's eine selbstständige Schöpfung der einzelnen

Arten an, in Uebereinſtimmung mit dem moſaiſchen Schöpfungsbericht. Die Grundlage ihrer Speciesauffaſſung bildete Linné's Ausſpruch: „Es giebt ſo viele Arten, als urſprünglich verſchiedene Formen erſchaffen worden ſind.“ Jedoch müſſen wir hier, ohne näher auf die Begriffsbeſtimmung der Species einzugehen, ſogleich bemerken, daß alle Zoologen und Botaniker in der ſyſtematiſchen Praxis, bei der practiſchen Unterſcheidung und Benennung der Thier- und Pflanzenarten, ſich nicht im Geringſten um jene angenommene Schöpfung ihrer elterlichen Stammformen kümmerten, und auch wirklich nicht kümmern konnten. In dieſer Beziehung macht einer unſerer erſten Zoologen, der geiſtvolle Fritz Müller, folgende treffende Bemerkung: „Wie es in chriſtlichen Landen eine Katechismus-Moral giebt, die Jeder im Munde führt, Niemand zu befolgen ſich verpflichtet hält, oder von anderen befolgt zu ſehen erwartet, ſo hat auch die Zoologie ihre Dogmen, die man eben ſo allgemein bekennt, als in der Praxis verläugnet.“ („Für Darwin“, S. 71)[16]. Ein ſolches vernunftwidriges, aber gerade darum mächtiges Dogma, und zwar das mächtigſte von allen, iſt das angebetete Linné'ſche Species-Dogma. Obwohl die allermeiſten Naturforſcher demſelben blindlings ſich unterwarfen, waren ſie doch natürlich niemals in der Lage, die Abſtammung aller zu einer Art gehörigen Individuen von jener gemeinſamen, urſprünglich erſchaffenen Stammform der Art nachweiſen zu können. Vielmehr bedienten ſich ſowohl die Zoologen als die Botaniker in ihrer ſyſtematiſchen Praxis ausſchließlich der Formähnlichkeit, um die verſchiedenen Arten zu unterſcheiden und zu benennen. Sie ſtellten in eine Art oder Species alle organiſchen Einzelweſen, die einander in der Formbildung ſehr ähnlich oder faſt gleich waren, und die ſich nur durch ſehr unbedeutende Formenunterſchiede von einander trennen ließen. Dagegen betrachteten ſie als verſchiedene Arten diejenigen Individuen, welche weſentlichere oder auffallendere Unterſchiede in ihrer Körpergeſtaltung darboten. Natürlich war aber damit der größten Willkür in der ſyſtematiſchen Artunterſcheidung Thür und Thor geöffnet. Denn da niemals alle Individuen einer

Species in allen Stücken völlig gleich sind, vielmehr jede Art mehr oder weniger abändert (variirt), so vermochte Niemand zu sagen, welcher Grad der Abänderung eine wirklich „gute Art", welcher Grad bloß eine Spielart oder Rasse (Varietät) bezeichne.

Nothwendig mußte diese dogmatische Auffassung des Speciesbegriffes und die damit verbundene Willkür zu den unlösbarsten Widersprüchen und zu den unhaltbarsten Annahmen führen. Dies zeigt sich deutlich schon bei demjenigen Naturforscher, welcher nächst Linné den größten Einfluß auf die Ausbildung der Thierkunde gewann, bei dem berühmten George Cuvier (geb. 1769). Er schloß sich in seiner Auffassung und Bestimmung des Speciesbegriffs im Ganzen an Linné an, und theilte seine Vorstellung von einer unabhängigen Erschaffung der einzelnen Arten. Die Unveränderlichkeit derselben hielt Cuvier für so wichtig, daß er sich bis zu dem thörichten Ausspruche verstieg: „die Beständigkeit der Species ist eine nothwendige Bedingung für die Existenz der wissenschaftlichen Naturgeschichte." Da Linné's Definition der Species ihm nicht genügte, machte er den Versuch, eine genauere und für die systematische Praxis mehr verwerthbare Begriffsbestimmung derselben zu geben, und zwar in folgender Definition: „Zu einer Art gehören alle diejenigen Individuen der Thiere und der Pflanzen, welche entweder von einander oder von gemeinsamen Stammeltern bewiesenermaßen abstammen, oder welche diesen so ähnlich sind, als die letzteren unter sich."

Cuvier dachte sich also in dieser Beziehung Folgendes: „Bei denjenigen organischen Individuen, von denen wir wissen, sie stammen von einer und derselben Elternform ab, bei denen also ihre gemeinsame Abstammung empirisch erwiesen ist, leidet es keinen Zweifel, daß sie zu einer Art gehören, mögen dieselben nun wenig oder viel von einander abweichen, mögen sie fast gleich oder sehr ungleich sein. Ebenso gehören dann aber zu dieser Art auch alle diejenigen Individuen, welche von den letzteren (den aus gemeinsamem Stamm empirisch abgeleiteten) nicht mehr verschieden sind, als diese unter sich von einander abweichen." Bei näherer Betrachtung dieser Species-

definition Cuviers zeigt sich sofort, daß dieselbe weder theoretisch befriedigend, noch practisch anwendbar ist. Cuvier fing mit dieser Definition bereits an, sich in dem Kreise herum zu drehen, in welchem fast alle folgenden Definitionen der Species im Sinne ihrer Unveränderlichkeit sich bewegt haben.

Bei der außerordentlichen Bedeutung, welche George Cuvier für die organische Naturwissenschaft gewonnen hat, angesichts der fast unbeschränkten Alleinherrschaft, welche seine Ansichten während der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts in der Thierkunde ausübten, erscheint es an dieser Stelle angemessen, seinen Einfluß noch etwas näher zu beleuchten. Es ist dies um so nöthiger, als wir in Cuvier den bedeutendsten Gegner der Abstammungslehre und der monistischen Naturauffassung zu bekämpfen haben.

Unter den vielen und großen Verdiensten Cuviers stehen obenan diejenigen, welche er sich als Gründer der vergleichenden Anatomie erwarb. Während Linné die Unterscheidung der Arten, Gattungen, Ordnungen und Classen meistens auf äußere Charaktere, auf einzelne, leicht auffindbare Merkmale in der Zahl, Größe, Lage und Gestalt einzelner organischer Theile des Körpers gründete, drang Cuvier viel tiefer in das Wesen der Organisation ein. Er wies große und durchgreifende Verschiedenheiten in dem inneren Bau der Thiere als die wesentliche Grundlage einer wissenschaftlichen Erkenntniß und Classification derselben nach. Er unterschied natürliche Familien in den Thierclassen und er gründete auf deren vergleichende Anatomie sein natürliches System des Thierreichs.

Der Fortschritt von dem künstlichen System Linné's zu dem natürlichen System Cuviers war außerordentlich bedeutend. Linné hatte sämmtliche Thiere in eine einzige Reihe geordnet, welche er in sechs Classen eintheilte, zwei wirbellose und vier Wirbelthierclassen. Er unterschied dieselben künstlich nach der Beschaffenheit des Blutes und des Herzens. Cuvier dagegen zeigte, daß man im Thierreich vier große natürliche Hauptabtheilungen unterscheiden müsse, welche er Hauptformen, Generalpläne oder Zweige des Thierreichs nannte.

Dieſe Embranchements ſind: 1) die Wirbelthiere (Vertebrata), 2) die Gliederthiere (Articulata), 3) die Weichthiere (Mollusca), und 4) die Strahlenthiere (Radiata). Cuvier wies ferner nach, daß in jedem dieſer vier Zweige ein eigenthümlicher Bauplan oder Typus erkennbar ſei, welcher denſelben von jedem der drei andern Zweige unterſcheidet. Bei den Wirbelthieren iſt derſelbe durch die Beſchaffenheit des inneren Skelets oder Knochengerüſtes, ſowie durch den Bau und die Lage des Rückenmarks, abgeſehen von vielen anderen Eigenthümlichkeiten, beſtimmt ausgedrückt. Die Gliederthiere werden durch ihr Bauchmark und ihr Rückenherz charakteriſirt. Für die Weichthiere iſt die ſackartige, ungegliederte Körperform bezeichnend. Die Strahlthiere endlich unterſcheiden ſich von den drei anderen Hauptformen durch die Zuſammenſetzung ihres Körpers aus vier oder mehreren, ſtrahlenförmig vereinigten Hauptabſchnitten (Parameren).

Man pflegt gewöhnlich die Unterſcheidung dieſer vier thieriſchen Hauptformen, welche ungemein fruchtbar für die weitere Entwickelung der Zoologie wurde, Cuvier allein zuzuſchreiben. Indeſſen wurde derſelbe Gedanke faſt gleichzeitig, und unabhängig von Cuvier, von einem der größten deutſchen Naturforſcher ausgeſprochen, von Baer, welcher um die Entwickelungsgeſchichte der Thiere ſich die hervorragendſten Verdienſte erwarb. Baer zeigte, daß man auch in der Entwickelungsweiſe der Thiere vier verſchiedene Hauptformen oder Typen unterſcheiden müſſe[10]). Dieſe entſprechen den vier thieriſchen Bauplänen, welche Cuvier auf Grund der vergleichenden Anatomie unterſchieden hatte. So z. B. ſtimmt die individuelle Entwickelung aller Wirbelthiere in ihren Grundzügen von Anfang an ſo ſehr überein, daß man die Keimanlagen oder Embryonen der verſchiedenen Wirbelthiere (z. B. der Reptilien, Vögel und Säugethiere) in der früheſten Zeit gar nicht unterſcheiden kann. Erſt im weiteren Verlaufe der Entwickelung treten allmählich die tieferen Formunterſchiede auf, welche jene verſchiedenen Claſſen und deren Ordnungen von einander trennen. Ebenſo iſt die Körperanlage, welche ſich bei der individuellen Entwickelung der Gliederthiere

(Inſecten, Spinnen, Krebſe) ausgebildet, von Anfang an bei allen Gliederthieren im Weſentlichen gleich, dagegen verſchieden von derjenigen aller Wirbelthiere. Daſſelbe gilt mit gewiſſen Einſchränkungen von den Weichthieren und von den Strahlthieren.

Weder Baer, welcher auf dem Wege der individuellen Entwickelungsgeſchichte (oder Ontogenie), noch Cuvier, welcher auf dem Wege der vergleichenden Anatomie zur Unterſcheidung der vier thieriſchen Typen oder Hauptformen gelangte, erkannte die wahre Urſache dieſes typiſchen Unterſchiedes. Dieſe wird uns nur durch die Abſtammungslehre enthüllt. Die wunderbare und wirklich überraſchende Aehnlichkeit in der inneren Organiſation, in den anatomiſchen Structurverhältniſſen, und die noch merkwürdigere Uebereinſtimmung in der individuellen Entwickelung bei allen Thieren, welche zu einem und demſelben Typus, z. B. zu dem Zweige der Wirbelthiere gehören, erklärt ſich in der einfachſten Weiſe durch die Annahme einer gemeinſamen Abſtammung derſelben von einer einzigen Stammform. Entſchließt man ſich nicht zu dieſer Annahme, ſo bleibt jene durchgreifende Uebereinſtimmung der verſchiedenſten Wirbelthiere im inneren Bau und in der Entwickelungsweiſe vollkommen unerklärlich. Sie kann nur durch die Vererbung erklärt werden.

Nächſt der vergleichenden Anatomie der Thiere und der durch dieſe neu begründeten ſyſtematiſchen Zoologie, war es beſonders die Verſteinerungskunde oder Paläontologie, um welche ſich Cuvier die größten Verdienſte erwarb. Wir müſſen dieſer um ſo mehr gedenken, als gerade die paläontologiſchen und die damit verbundenen geologiſchen Anſichten Cuviers in der erſten Hälfte unſeres Jahrhunderts ſich faſt allgemein im höchſten Anſehen erhielten, und der Entwickelung der natürlichen Schöpfungsgeſchichte die größten Hinderniſſe entgegenſtellten.

Die Verſteinerungen oder Petrefacten, deren wiſſenſchaftliche Kenntniß Cuvier im Anfange unſeres Jahrhunderts in umfaſſendſtem Maße förderte und für die Wirbelthiere ganz neu begründete, ſpielen in der „natürlichen Schöpfungsgeſchichte“ eine der

wichtigsten Rollen. Denn diese in versteinertem Zustande uns erhaltenen Reste und Abdrücke von ausgestorbenen Thieren und Pflanzen sind die wahren „Denkmünzen der Schöpfung", die untrüglichen und unanfechtbaren Urkunden, welche für eine wahrhaftige Geschichte der Organismen die unerschütterliche Grundlage bilden. Alle versteinerten oder fossilen Reste und Abdrücke berichten uns von der Gestalt und dem Bau solcher Thiere und Pflanzen, welche entweder die Urahnen und die Voreltern der jetzt lebenden Organismen sind, oder aber ausgestorbene Seitenlinien, die sich von einem gemeinsamen Stamme mit den jetzt lebenden Organismen früher oder später abgezweigt haben.

Diese unschätzbar werthvollen Urkunden der Schöpfungsgeschichte haben sehr lange Zeit hindurch eine höchst untergeordnete Rolle in der Wissenschaft gespielt. Allerdings wurde die wahre Natur derselben schon mehr als ein halbes Jahrtausend vor Christus ganz richtig erkannt, und zwar von dem großen griechischen Philosophen Xenophanes von Kolophon, demselben, welcher die sogenannte eleatische Philosophie begründete und zum ersten Male mit überzeugender Schärfe den Beweis führte, daß alle Vorstellungen von persönlichen Göttern nur auf mehr oder weniger grobe Anthropomorphismen oder Vermenschlichungen hinauslaufen. Xenophanes stellte zum ersten Male die Behauptung auf, daß die fossilen Abdrücke von Thieren und Pflanzen wirkliche Reste von vormals lebenden Geschöpfen seien, und daß die Berge, in deren Gestein man sie findet, früher unter Wasser gestanden haben müßten. Aber obschon auch andere große Philosophen des Alterthums, und unter diesen namentlich Aristoteles, jene richtige Erkenntniß theilten, blieb dennoch während des rohen Mittelalters allgemein, und bei vielen Naturforschern selbst noch im vorigen Jahrhundert, die Ansicht herrschend, daß die Versteinerungen sogenannte Naturspiele seien (Lusus naturae), oder Producte einer unbekannten Bildungskraft der Natur, eines Gestaltungstriebes (Nisus formativus, Vis plastica). Ueber das Wesen und die Thätigkeit dieser räthselhaften und

mystischen Bildungskraft machte man sich die abenteuerlichsten Vorstellungen. Einige glaubten, daß diese bildende Schöpfungskraft, dieselbe, der sie auch die Entstehung der lebenden Thier- und Pflanzenarten zuschrieben, zahlreiche Versuche gemacht habe, Organismen verschiedener Form zu schaffen; diese Versuche seien aber nur theilweise gelungen, häufig fehlgeschlagen, und solche mißglückte Versuche seien die Versteinerungen. Nach Anderen sollten die Petrefacten durch den Einfluß der Sterne im Innern der Erde entstehen. Andere machten sich eine noch gröbere Vorstellung, daß nämlich der Schöpfer zunächst aus mineralischen Substanzen, z. B. aus Kalk oder Thon, vorläufige Modelle von denjenigen Pflanzen- und Thierformen gemacht habe, die er später in organischer Substanz ausführte, und denen er seinen lebendigen Odem einhauchte; die Petrefacten seien solche rohe, anorganische Modelle. Selbst noch im vorigen Jahrhundert waren solche rohe Ansichten verbreitet, und es wurde z. B. eine besondere „Samenluft" (Aura seminalis) angenommen, welche mit dem Wasser in die Erde dringe und durch Befruchtung der Gesteine die Petrefacten, das „Steinfleisch" (Caro fossilis) bilde.

Sie sehen, es dauerte gewaltig lange, ehe die einfache und naturgemäße Vorstellung zur Geltung gelangte, daß die Versteinerungen wirklich nichts Anderes seien, als das, was schon der einfache Augenschein lehrt: die unverweslichen Ueberbleibsel von gestorbenen Organismen. Zwar wagte der berühmte Maler Leonardo da Vinci schon im fünfzehnten Jahrhundert zu behaupten, daß der aus dem Wasser beständig sich absetzende Schlamm die Ursache der Versteinerungen sei, indem er die auf dem Boden der Gewässer liegenden unverweslichen Kalkschalen der Muscheln und Schnecken umschließe, und allmählich zu festem Gestein erhärte. Das Gleiche behauptete auch im sechszehnten Jahrhundert ein Pariser Töpfer, Palissy, welcher sich durch seine Porzellanerfindung berühmt machte. Allein die sogenannten „Gelehrten von Fach" waren weit entfernt, diese richtigen Aussprüche des einfachen gesunden Menschenverstandes zu würdigen, und erst gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts,

während der Begründung der neptuniſtiſchen Geologie durch Werner, gewannen dieſelben allgemeine Geltung.

Die Begründung der ſtrengeren wiſſenſchaftlichen Paläontologie fällt jedoch erſt in den Anfang unſeres Jahrhunderts, als Cuvier ſeine claſſiſchen Unterſuchungen über die verſteinerten Wirbelthiere, und ſein großer Gegner Lamarck ſeine bahnbrechenden Forſchungen über die foſſilen wirbelloſen Thiere, namentlich die verſteinerten Schnecken und Muſcheln, veröffentlichte. In ſeinem berühmten Werke „über die foſſilen Knochen" der Wirbelthiere, insbeſondere der Säugethiere und Reptilien, gelangte Cuvier bereits zur Erkenntniß einiger ſehr wichtigen und allgemeinen paläontologiſchen Geſetze, welche für die Schöpfungsgeſchichte große Bedeutung gewannen. Dahin gehört vor Allen der Satz, daß die ausgeſtorbenen Thierarten, deren Ueberbleibſel wir in den verſchiedenen, über einander liegenden Schichten der Erdrinde verſteinert vorfinden, ſich um ſo auffallender von den jetzt noch lebenden verwandten Thierarten unterſcheiden, je tiefer jene Erdſchichten liegen, d. h. je früher die Thiere in der Vorzeit lebten. In der That finden wir bei jedem ſenkrechten Durchſchnitt der geſchichteten Erdrinde, daß die verſchiedenen, aus dem Waſſer in beſtimmter hiſtoriſcher Reihenfolge abgeſetzten Erdſchichten durch verſchiedene Petrefacten charakteriſirt ſind; und wir finden ferner, daß dieſe ausgeſtorbenen Organismen denjenigen der Gegenwart um ſo ähnlicher werden, je weiter wir in der Schichtenfolge aufwärts ſteigen, d. h. je jünger die Periode der Erdgeſchichte war, in der ſie lebten, ſtarben, und von den abgelagerten und erhärtenden Schlammſchichten umſchloſſen wurden.

So wichtig dieſe allgemeine Wahrnehmung Cuviers einerſeits war, ſo wurde ſie doch andrerſeits für ihn die Quelle eines folgenſchweren Irrthums. Denn indem er die charakteriſtiſchen Verſteinerungen jeder einzelnen größeren Schichtengruppe, welche während eines Hauptabſchnittes der Erdgeſchichte abgelagert wurde, für gänzlich verſchieden von denen der darüber und der darunter liegenden Schichtengruppe hielt, glaubte er irrthümlich, daß niemals eine und

dieſelbe Thierart in zwei auf einander folgenden Schichtengruppen ſich vorfinde. So gelangte er zu der falſchen, für die meiſten nachfolgenden Naturforſcher maßgebenden Vorſtellung, daß eine Reihe von ganz verſchiedenen Schöpfungsperioden auf einander gefolgt ſei. Jede Periode ſollte ihre ganz beſondere Thier- und Pflanzenwelt, eine ihr eigenthümliche, ſpecifiſche Fauna und Flora beſeſſen haben. Cuvier ſtellte ſich vor, daß die ganze Geſchichte der Erde ſeit der Zeit, ſeit welcher überhaupt lebende Weſen auf der Erdrinde auftraten, in eine Anzahl vollkommen getrennter Perioden oder Hauptabſchnitte zerfalle, und daß die einzelnen Perioden durch eigenthümliche Umwälzungen unbekannter Natur, ſogenannte Revolutionen (Kataklysmen oder Kataſtrophen) von einander geſchieden ſeien. Jede Revolution hatte zunächſt die gänzliche Vernichtnng der damals lebenden Thier- und Pflanzenwelt zur Folge, und nach ihrer Beendigung fand eine vollſtändig neue Schöpfung der organiſchen Formen ſtatt. Eine neue Welt von Thieren und Pflanzen, durchweg ſpecifiſch verſchieden von denen der vorhergehenden Geſchichtsperiode, wurde mit einem Male in das Leben gerufen. Dieſe bevölkerte nun wieder eine Reihe von Jahrtauſenden hindurch den Erdball, bis ſie plötzlich durch den Eintritt einer neuen Revolution zu Grunde ging.

Von dem Weſen und den Urſachen dieſer Revolutionen ſagte Cuvier ausdrücklich, daß man ſich keine Vorſtellung darüber machen könne, und daß die jetzt wirkſamen Kräfte der Natur zu einer Erklärung derſelben nicht ausreichten. Als natürliche Kräfte oder mechaniſche Agentien, welche in der Gegenwart beſtändig, obwohl langſam, an einer Umgeſtaltung der Erdoberfläche arbeiten, führt Cuvier vier wirkende Urſachen auf: erſtens den Regen, welcher die ſteilen Gebirgsabhänge abſpült und Schutt an deren Fuß anhäuft; zweitens die fließenden Gewäſſer, welche dieſen Schutt fortführen und als Schlamm im ſtehenden Waſſer abſetzen; drittens das Meer, deſſen Brandung die ſteilen Küſtenränder abnagt, und an flachen Küſtenſäumen Dünen aufwirft; und endlich viertens die Vulkane, welche die Schichten der erhärteten Erdrinde durchbrechen und

in die Höhe heben, und welche ihre Auswurfsproducte aufhäufen und umherstreuen. Während Cuvier die beständige langsame Umbildung der gegenwärtigen Erdoberfläche durch diese vier mächtigen Ursachen anerkennt, behauptet er gleichzeitig, daß dieselben nicht ausgereicht haben könnten, um die Erdrevolutionen der Vorzeit auszuführen, und daß man den anatomischen Bau der ganzen Erdrinde nicht durch die nothwendige Wirkung jener mechanischen Agentien erklären könne: vielmehr müßten jene wunderbaren, große Umwälzungen der ganzen Erdoberfläche durch eigenthümliche, uns gänzlich unbekannte Ursachen bewirkt worden sein; der gewöhnliche Entwickelungsfaden sei durch diese Revolutionen völlig zerrissen, der Gang der Natur verändert.

Diese Ansichten legte Cuvier in einem besonderen, auch ins Deutsche übersetzten Buche nieder: „Ueber die Revolutionen der Erdoberfläche, und die Veränderungen, welche sie im Thierreich hervorgebracht haben". Sie erhielten sich lange Zeit hindurch in allgemeiner Geltung, und wurden das größte Hinderniß für die Entwickelung einer natürlichen Schöpfungsgeschichte. Denn wenn wirklich solche, Alles vernichtende Katastrophen existirt hatten, so war natürlich eine Continuität der Artenentwickelung, ein zusammenhängender Faden der organischen Erdgeschichte gar nicht anzunehmen, und man mußte dann seine Zuflucht zu der Wirksamkeit übernatürlicher Kräfte, zum Eingriff von Wundern in den natürlichen Gang der Dinge nehmen. Nur durch Wunder konnten die Revolutionen der Erde herbeigeführt sein, und nur durch Wunder konnte nach deren Aufhören, am Anfange jeder neuen Periode, eine neue Thier- und Pflanzenwelt geschaffen sein. Für das Wunder hat aber die Naturwissenschaft nirgends einen Platz, sofern man unter Wunder einen Eingriff übernatürlicher Kräfte in den natürlichen Entwickelungsgang der Materie versteht.

Ebenso wie die große Autorität, welche sich Linné durch die systematische Unterscheidung und Benennung der organischen Arten gewonnen hatte, bei seinen Nachfolgern zu einer völligen Verknöcherung des dogmatischen Speciesbegriffs, und zu einem wahren Miß-

brauche der ſyſtematiſchen Artunterſcheidung führte; ebenſo wurden die großen Verdienſte, welche ſich Cuvier um Kenntniß und Unterſcheidung der ausgeſtorbenen Arten erworben hatte, die Urſache einer allgemeinen Annahme ſeiner Revolutions- oder Kataſtrophenlehre, und der damit verbundenen grundfalſchen Schöpfungsanſichten. In Folge deſſen hielten während der erſten Hälfte unſeres Jahrhunderts die meiſten Zoologen und Botaniker an der Anſicht feſt, daß eine Reihe unabhängiger Perioden der organiſchen Erdgeſchichte exiſtirt habe; jede Periode ſei durch eine beſtimmte, ihr ganz eigenthümliche Bevölkerung von Thier- und Pflanzenarten ausgezeichnet geweſen; dieſe ſei am Ende der Periode durch eine allgemeine Revolution vernichtet, und nach dem Aufhören der letzteren wiederum eine neue, ſpecifiſch verſchiedene Thier- und Pflanzenwelt erſchaffen worden. Zwar machten ſchon frühzeitig einzelne ſelbſtſtändig denkende Köpfe, vor Allen der große Naturphiloſoph Lamarck, eine Reihe von gewichtigen Gründen geltend, welche dieſe Kataſtrophentheorie Cuviers widerlegten, und welche vielmehr auf eine ganz zuſammenhängende und ununterbrochene Entwickelungsgeſchichte der geſammten organiſchen Erdbevölkerung aller Zeiten hinwieſen. Sie behaupteten, daß die Thier- und Pflanzenarten der einzelnen Perioden von denen der nächſt vorhergehenden Periode abſtammen und nur die veränderten Nachkommen der erſteren ſeien. Indeſſen der großen Autorität Cuviers gegenüber vermochte damals dieſe richtige Anſicht noch nicht durchzudringen. Ja ſelbſt nachdem durch Lyells 1830 erſchienene, claſſiſche „Principien der Geologie“ die Kataſtrophenlehre Cuviers aus dem Gebiete der Geologie gänzlich verdrängt worden war, blieb ſeine Anſicht von der ſpecifiſchen Verſchiedenheit der verſchiedenen organiſchen Schöpfungen trotzdem auf dem Gebiete der Paläontologie noch vielfach in Geltung.

Durch einen ſeltſamen Zufall geſchah es vor zwanzig Jahren, daß faſt zu derſelben Zeit, als Cuviers Schöpfungsgeſchichte durch Darwins Werk ihren Todesſtoß erhielt, ein anderer berühmter Naturforſcher den Verſuch unternahm, dieſelbe von Neuem zu begründen, und

in ſchroffſter Form als Theil eines teleologiſch-theologiſchen Naturſyſtems durchzuführen. Der Schweizer Geologe Lòuis Agaſſiz nämlich, welcher durch ſeine von Schimper und Charpentier entlehnten Gletſcher- und Eiszeittheorien einen hohen Ruf erlangt hat, und welcher eine Reihe von Jahren in Nordamerika lebte (geſtorben 1873), begann 1858 die Veröffentlichung eines großartig angelegten Werkes, welches den Titel führt: „Beiträge zur Naturgeſchichte der vereinigten Staaten von Nordamerika". Der erſte Band dieſer Naturgeſchichte, welche durch den Patriotismus der Nordamerikaner eine für ein ſo großes und koſtſpieliges Werk unerhörte Verbreitung erhielt, führt den Titel: „Ein Verſuch über Claſſification[21])". Agaſſiz erläutert in dieſem Verſuche nicht allein das natürliche Syſtem der Organismen und die verſchiedenen darauf abzielenden Claſſificationsverſuche der Naturforſcher, ſondern auch alle allgemeinen biologiſchen Verhältniſſe, welche darauf Bezug haben. Die Entwickelungsgeſchichte der Organismen, und zwar ſowohl die embryologiſche als die paläontologiſche, ferner die vergleichende Anatomie, ſodann die allgemeine Oeconomie der Natur, die geographiſche und topographiſche Verbreitung der Thiere und Pflanzen, kurz faſt alle allgemeinen Erſcheinungsreihen der organiſchen Natur, kommen in dem Claſſificationsverſuche von Agaſſiz zur Beſprechung, und werden ſämmtlich in einem Sinne und von einem Standpunkte aus erläutert, welcher demjenigen Darwins auf das Schroffſte gegenüberſteht. Das Hauptverdienſt Darwins beſteht gerade darin, natürliche Urſachen für die Entſtehung der Thier- und Pflanzenarten nachzuweiſen, und ſomit die mechaniſche oder moniſtiſche Weltanſchauung auch auf dieſem ſchwierigſten Gebiete der Schöpfungsgeſchichte geltend zu machen. Agaſſiz hingegen iſt überall beſtrebt, jeden mechaniſchen Vorgang aus dieſem ganzen Gebiete völlig auszuſchließen und überall den übernatürlichen Eingriff eines perſönlichen Schöpfers an die Stelle der natürlichen Kräfte der Materie zu ſetzen, mithin eine entſchieden teleologiſche oder dualiſtiſche Weltanſchauung zur Geltung zu bringen. Schon aus dieſem Grunde iſt es gewiß angemeſſen, wenn

ich hier auf die biologiſchen Anſichten von Agaſſiz, und insbeſondere auf ſeine Schöpfungsvorſtellungen, etwas näher eingehe. Dies lohnt ſich um ſo mehr, als kein anderes Werk unſerer Gegner jene wichtigen allgemeinen Grundfragen mit gleicher Ausführlichkeit behandelt, und als zugleich die völlige Unhaltbarkeit ihrer dualiſtiſchen Weltanſchauung ſich daraus auf das Klarſte ergiebt.

Die organiſche Art oder Species, deren verſchiedenartige Auffaſſung wir oben als den eigentlichen Angelpunkt der entgegengeſetzten Schöpfungsanſichten bezeichnet haben, wird von Agaſſiz, ebenſo wie von Cuvier und Linné, als eine in allen weſentlichen Merkmalen unveränderliche Geſtalt angeſehen; zwar können die Arten innerhalb enger Grenzen abändern oder variiren, aber nur in unweſentlichen, niemals in weſentlichen Eigenthümlichkeiten. Niemals können aus den Abänderungen oder Varietäten einer Art wirklich neue Species hervorgehen. Keine von allen organiſchen Arten ſtammt alſo jemals von einer anderen ab, vielmehr iſt jede einzelne für ſich von Gott geſchaffen worden. Jede einzelne Thierart iſt, wie ſich Agaſſiz ausdrückt, ein verkörperter Schöpfungsgedanke Gottes.

Durch die paläontologiſchen Erfahrungen wiſſen wir, daß die Zeitdauer der einzelnen organiſchen Arten eine höchſt ungleiche iſt, und daß viele Species unverändert durch mehrere aufeinander folgende Perioden der Erdgeſchichte hindurchgehen, während Andere nur einen kleinen Bruchtheil einer ſolchen Periode durchlebten. In ſchroffem Gegenſatze dazu behauptet Agaſſiz, daß niemals eine und dieſelbe Species in zwei verſchiedenen Perioden vorkomme, daß vielmehr jede einzelne Periode durch eine ganz eigenthümliche, ihr ausſchließlich angehörige Bevölkerung von Thier- und Pflanzenarten charakteriſirt ſei. Er theilt ferner Cuviers Anſicht, daß durch die großen und allgemeinen Revolutionen der Erdoberfläche, welche je zwei auf einander folgende Perioden trennten, jene ganze Bevölkerung vernichtet und nach deren Untergang eine neue, davon ſpecifiſch verſchiedene geſchaffen wurde. Dieſe Neuſchöpfung läßt Agaſſiz in der Weiſe geſchehen, daß jedesmal die geſammte Erdbevölkerung in

ihrer durchſchnittlichen Individuenzahl und in den der Oeconomie der Natur entſprechenden Wechſelbeziehungen der einzelnen Arten vom Schöpfer als Ganzes plötzlich in die Welt geſetzt worden ſei. Hiermit tritt er einem der beſtbegründeten und wichtigſten Geſetze der Thier- und Pflanzengeographie entgegen, dem Geſetze nämlich, daß jede Species einen einzigen urſprünglichen Entſtehungsort oder einen ſogenannten Schöpfungsmittelpunkt beſitzt, von dem aus ſie ſich über die übrige Erde allmählich verbreitet hat. Statt deſſen läßt Agaſſiz jede Species an verſchiedenen Stellen der Erdoberfläche und ſogleich in einer größeren Anzahl von Individuen geſchaffen werden.

Das natürliche Syſtem der Organismen, deſſen verſchiedene über einander geordnete Gruppenſtufen oder Kategorien, die Zweige, Claſſen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten, wir der Abſtammungslehre gemäß als verſchiedene Aeſte und Zweige des gemeinſchaftlichen organiſchen Stammbaumes betrachten, iſt nach Agaſſiz der unmittelbare Ausdruck des göttlichen Schöpfungsplanes, und indem der Naturforſcher das natürliche Syſtem erforſcht, denkt er die Schöpfungsgedanken Gottes nach. Hierin findet Agaſſiz den kräftigſten Beweis dafür, daß der Menſch das Ebenbild und Kind Gottes iſt. Die verſchiedenen Gruppenſtufen oder Kategorien des natürlichen Syſtems entſprechen den verſchiedenen Stufen der Ausbildung, welche der göttliche Schöpfungsplan erlangt hatte. Beim Entwurf und bei der Ausführung dieſes Planes vertiefte ſich der Schöpfer, von allgemeinſten Schöpfungsideen ausgehend, immer mehr in die beſonderen Einzelheiten. Was alſo z. B. das Thierreich betrifft, ſo hatte Gott bei deſſen Schöpfung zunächſt vier grundverſchiedene Ideen vom Thierkörper, welche er in dem verſchiedenen Bauplane der vier großen Hauptformen, Typen oder Zweige des Thierreichs verkörperte, in den Wirbelthieren, Gliederthieren, Weichthieren und Strahlthieren. Indem nun der Schöpfer darüber nachdachte, in welcher Art und Weiſe er dieſe vier verſchiedenen Baupläne mannichfaltig ausführen könne, ſchuf er zunächſt innerhalb jeder der vier Hauptformen mehrere verſchiedene Claſſen, z. B. in der Wirbelthierform die Claſſen

der Säugethiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und Fiſche. Weiterhin vertiefte ſich dann Gott in die einzelnen Claſſen und brachte durch verſchiedene Abſtufungen im Bau jeder Claſſe deren einzelne Ordnungen hervor. Durch weitere Variation der Ordnungsform erſchuf er die natürlichen Familien. Indem der Schöpfer ferner in jeder Familie die letzten Structureigenthümlichkeiten einzelner Theile variirte, entſtanden die Gattungen oder Genera. Endlich zuletzt ging Gott im weiteren Ausdenken ſeines Schöpfungsplanes ſo ſehr ins Einzelne, daß die einzelnen Arten oder Species ins Leben traten. Dieſe ſind alſo die verkörperten Schöpfungsgedanken der ſpeciellſten Art. Zu bedauern iſt dabei nur, daß der Schöpfer dieſe ſeine ſpeciellſten und am tiefſten durchgedachten „Schöpfungsgedanken" in ſo ſehr unklarer und lockerer Form ausdrückte und ihnen einen ſo verſchwommenen Stempel aufprägte, eine ſo freie Variations-Erlaubniß mitgab, daß kein einziger Naturforſcher im Stande iſt, die „guten" von den „ſchlechten Arten", die echten Species" von den Spielarten, Varietäten, Raſſen u. ſ. w. ſcharf zu unterſcheiden.

Sie ſehen, der Schöpfer verfährt nach Agaſſiz' Vorſtellung beim Hervorbringen der organiſchen Formen genau ebenſo wie ein menſchlicher Baukünſtler, der ſich die Aufgabe geſtellt hat, möglichſt viel verſchiedene Bauwerke, zu möglichſt mannichfaltigen Zwecken, in möglichſt abweichendem Style, in möglichſt verſchiedenen Graden der Einfachheit, Pracht, Größe und Vollkommenheit auszudenken und auszuführen. Dieſer Architekt würde zunächſt vielleicht für alle dieſe Gebäude vier verſchiedene Style anwenden, etwa den gothiſchen, byzantiniſchen, mauriſchen und chineſiſchen Styl. In jedem dieſer Style würde er eine Anzahl von Kirchen, Paläſten, Kaſernen, Gefängniſſen und Wohnhäuſern bauen. Jede dieſer verſchiedenen Gebäudeformen würde er in roheren und vollkommneren, in größeren und kleineren, in einfachen und prächtigen Arten ausführen u. ſ. w. Inſofern wäre jedoch der menſchliche Architekt vielleicht noch beſſer als der göttliche Schöpfer daran, daß ihm in der Anzahl der Gruppenſtufen alle Freiheit gelaſſen wäre. Der Schöpfer dagegen darf ſich

nach Agaſſiz immer nur innerhalb der genannten ſechs Gruppenſtufen oder Kategorien bewegen, innerhalb der Art, Gattung, Familie, Ordnung, Claſſe und Typus. Mehr als dieſe ſechs Kategorien giebt es für ihn nicht.

Wenn Sie in Agaſſiz' Werk über die Claſſification ſelbſt die weitere Ausführung und Begründung dieſer ſeltſamen Anſichten leſen, ſo werden Sie kaum begreifen, wie man mit allem Anſchein wiſſenſchaftlichen Ernſtes die Vermenſchlichung (den Anthropomorphismus) des göttlichen Schöpfers ſo weit treiben, und eben durch die Ausführung im Einzelnen bis zum verkehrteſten Unſinn ausmalen kann. In dieſer ganzen Vorſtellungsreihe iſt der Schöpfer weiter nichts als ein allmächtiger Menſch, der, von Langeweile geplagt, ſich mit dem Ausdenken und Aufbauen möglichſt mannichfaltiger Spielzeuge, der organiſchen Arten, beluſtigt. Nachdem er ſich mit denſelben eine Reihe von Jahrtauſenden hindurch unterhalten, wird er ihrer überdrüſſig; er vernichtet ſie durch eine allgemeine Revolution der Erdoberfläche, indem er das ganze unnütze Spielzeug in Haufen zuſammenwirft; dann ruft er, um ſich an etwas Neuem und Beſſerem die Zeit zu vertreiben, eine neue und vollkommnere Thier- und Pflanzenwelt ins Leben. Um jedoch nicht die Mühe der ganzen Schöpfungsarbeit von vorn anzufangen, behält er immer den einmal ausgedachten Schöpfungsplan im Großen und Ganzen bei, und ſchafft nur lauter neue Arten, oder höchſtens neue Gattungen, viel ſeltener neue Familien, Ordnungen oder gar Claſſen. Zu einem neuen Typus oder Style bringt er es nie. Dabei bleibt er immer ſtreng innerhalb jener ſechs Kategorien oder Gruppenſtufen.

Nachdem der Schöpfer ſo nach Agaſſiz' Anſicht ſich Millionen von Jahrtauſenden hindurch mit dem Aufbauen und Zerſtören einer Reihe verſchiedener Schöpfungen unterhalten hatte, kömmt er endlich zuletzt — obwohl ſehr ſpät! — auf den guten Gedanken, ſich ſeinesgleichen zu erſchaffen, und er formt den Menſchen nach ſeinem Ebenbilde! Hiermit iſt das Endziel aller Schöpfungsgeſchichte erreicht und die Reihe der Erdrevolutionen abgeſchloſſen. Der Menſch, das Kind

und Ebenbild Gottes, giebt demselben so viel zu thun, macht ihm so viel Vergnügen und Mühe, daß er nun niemals mehr Langeweile hat, und keine neue Schöpfung mehr eintreten zu lassen braucht. Sie sehen offenbar, wenn man einmal in der Weise, wie Agassiz, dem Schöpfer durchaus menschliche Attribute und Eigenschaften beilegt, und sein Schöpfungswerk durchaus analog einer menschlichen Schöpfungsthätigkeit betrachtet, so ist man nothwendig auch zur Annahme dieser ganz absurden Consequenzen gezwungen.

Die vielen inneren Widersprüche und die auffallenden Verkehrtheiten der Schöpfungsansichten von Agassiz, welche ihn nothwendig zu dem entschiedensten Widerstand gegen die Abstammungslehre führten, müssen aber um so mehr unser Erstaunen erregen, als derselbe durch seine früheren naturwissenschaftlichen Arbeiten in vieler Beziehung thatsächlich Darwin vorgearbeitet hat, insbesondere durch seine Thätigkeit auf dem paläontologischen Gebiete. Unter den zahlreichen Untersuchungen, welche der jungen Paläontologie schnell die allgemeine Theilnahme erwarben, schließen sich diejenigen von Agassiz, namentlich das berühmte Werk „über die fossilen Fische", zunächst ebenbürtig an die grundlegenden Arbeiten von Cuvier an. Nicht allein haben die versteinerten Fische, mit denen uns Agassiz bekannt machte, eine außerordentlich hohe Bedeutung für das Verständniß der ganzen Wirbelthiergruppe und ihrer geschichtlichen Entwickelung gewonnen; sondern wir sind dadurch auch zur sicheren Erkenntniß wichtiger allgemeiner Entwickelungsgesetze gelangt. Insbesondere hat Agassiz mit besonderem Nachdruck auf den merkwürdigen Parallelismus zwischen der embryonalen und der paläontologischen Entwickelung, zwischen der Ontogonie und Phylogenie hingewiesen. Diese bedeutungsvolle Uebereinstimmung, welche bereits die ältere Naturphilosophie erkannte, habe ich schon vorhin (S. 10) als eine der stärksten Stützen für die Abstammungslehre in Anspruch genommen. Niemand hatte vorher so bestimmt, wie es Agassiz that, hervorgehoben, daß von den Wirbelthieren zuerst nur Fische allein existirt haben, daß erst später Amphibien auftraten, und daß erst in noch viel späterer Zeit Vögel und Säugethiere

erſchienen; daß ferner von den Säugethieren, ebenſo wie von den Fiſchen, anfangs unvollkommnere, niedere Ordnungen, ſpäter erſt vollkommnere und höhere auftraten. Agaſſiz zeigte mithin, daß die paläontologiſche Entwickelung der ganzen Wirbelthiergruppe nicht allein der embryonalen parallel ſei, ſondern auch der ſyſtematiſchen Entwickelung, d. h. der Stufenleiter, welche wir überall im Syſtem von den niederen zu den höheren Claſſen, Ordnungen u. ſ. w. aufſteigend erblicken. Zuerſt erſchienen in der Erdgeſchichte nur niedere, ſpäter erſt höhere Formen. Dieſe wichtige Thatſache erklärt ſich, ebenſo wie die Uebereinſtimmung der embryonalen und paläontologiſchen Entwickelung, ganz einfach und natürlich aus der Abſtammungslehre, während ſie ohne dieſe ganz unerklärlich iſt. Daſſelbe gilt ferner auch von dem großen Geſetz der fortſchreitenden Entwickelung, von dem hiſtoriſchen Fortſchritt der Organiſation, welcher ſowohl im Großen und Ganzen in der geſchichtlichen Aufeinanderfolge aller Organismen ſichtbar iſt, als in der beſonderen Vervollkommnung einzelner Theile des Thierkörpers. So z. B. erhielt das Skelet der Wirbelthiere, ihr Knochengerüſt, erſt langſam, allmählich und ſtufenweis den hohen Grad von Vollkommenheit, welchen es jetzt beim Menſchen und den anderen höheren Wirbelthieren beſitzt. Dieſer von Agaſſiz thatſächlich anerkannte Fortſchritt folgt aber mit Nothwendigkeit aus der von Darwin begründeten Züchtungslehre, welche die wirkenden Urſachen deſſelben nachweiſt. Wenn dieſe Lehre richtig iſt, ſo muß nothwendig die Vollkommenheit und Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenarten im Laufe der organiſchen Erdgeſchichte ſtufenweiſe zunehmen, und konnte erſt in neueſter Zeit ihre höchſte Ausbildung erlangen.

Alle ſo eben angeführten, und noch einige andere allgemeine Entwickelungsgeſetze, welche von Agaſſiz ausdrücklich anerkannt und mit Recht ſtark betont werden, und ſogar von ihm ſelbſt zum Theil erſt aufgeſtellt wurden, ſind, wie Sie ſpäter ſehen werden, nur durch die Abſtammungslehre erklärbar und bleiben ohne dieſelbe völlig unbegreiflich. Nur die von Darwin entwickelte Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung kann die wahre Urſache derſelben ſein.

Digitized by Google

Dagegen ſtehen ſie alle in ſchroffem und unvereinbarem Gegenſatz mit der vorher beſprochenen Schöpfungshypotheſe von Agaſſiz, und mit allen Vorſtellungen von der zweckmäßigen Werkthätigkeit eines perſönlichen Schöpfers. Will man im Ernſt durch die letztere jene merkwürdigen Erſcheinungen und ihren inneren Zuſammenhang erklären, ſo verirrt man ſich nothwendig zu der Annahme, daß auch der Schöpfer ſelbſt ſich mit der organiſchen Natur, die er ſchuf und umbildete, entwickelt habe. Man kann ſich dann nicht mehr von der Vorſtellung los machen, daß der Schöpfer ſelbſt nach Art des menſchlichen Organismus ſeine Pläne entworfen, verbeſſert und endlich unter vielen Abänderungen ausgeführt habe. „Es wächſt der Menſch mit ſeinen höher'n Zwecken". Wenn es nach der Ehrfurcht, mit der Agaſſiz auf jeder Seite vom Schöpfer ſpricht, ſcheinen könnte, daß wir dadurch zur erhabenſten Vorſtellung von ſeinem Wirken in der Natur gelangen, ſo findet in Wahrheit das Gegentheil ſtatt. Der göttliche Schöpfer wird dadurch zu einem idealiſirten Menſchen erniedrigt, zu einem in der Entwickelung fortſchreitenden Organismus. Gott iſt im Grunde nach dieſer niedrigen Vorſtellung weiter Nichts, als ein „gasförmiges Wirbelthier".

Bei der weiten Verbreitung und dem hohen Anſehen, welches ſich Agaſſiz' Werk erworben hat, und welches in Anbetracht der früheren wiſſenſchaftlichen Verdienſte des Verfaſſers wohl gerechtfertigt iſt, glaubte ich es Ihnen ſchuldig zu ſein, die gänzliche Unhaltbarkeit ſeiner allgemeinen Anſichten hier kurz hervorzuheben. Sofern dies Werk eine naturwiſſenſchaftliche Schöpfungsgeſchichte ſein will, iſt daſſelbe unzweifelhaft gänzlich verfehlt. Es hat aber hohen Werth, als der einzige ausführliche und mit wiſſenſchaftlichen Beweisgründen geſchmückte Verſuch, den in neuerer Zeit ein hervorragender Naturforſcher zur Begründung einer teleologiſchen oder dualiſtiſchen Schöpfungsgeſchichte unternommen hat. Die innere Unmöglichkeit einer ſolchen wird dadurch klar vor Jedermanns Augen gelegt. Kein Gegner von Agaſſiz hätte vermocht, die von ihm entwickelte dualiſtiſche Anſchauung von der organiſchen Natur und ihrer Entſtehung

ſo ſchlagend zu widerlegen, als ihm dies ſelbſt durch die überall hervortretenden inneren Widerſprüche gelungen iſt.

Die Gegner der moniſtiſchen oder mechaniſchen Weltanſchauung haben das Werk von Agaſſiz mit Freuden begrüßt und erblicken darin eine vollendete Beweisführung für die unmittelbare Schöpfungsthätigkeit eines perſönlichen Gottes. Allein ſie überſehen dabei, daß dieſer perſönliche Schöpfer bloß ein mit menſchlichen Attributen ausgerüſteter, idealiſirter Organismus iſt. Dieſe niedere dualiſtiſche Gottesvorſtellung entſpricht einer niederen thieriſchen Entwickelungsſtufe des menſchlichen Organismus. Der höher entwickelte Menſch der Gegenwart iſt befähigt und berechtigt zu jener unendlich edleren und erhabeneren Gottesvorſtellung, welche allein mit der moniſtiſchen Weltanſchauung verträglich iſt, und welche Gottes Geiſt und Kraft in allen Erſcheinungen ohne Ausnahme erblickt. Dieſe moniſtiſche Gottesidee, welcher die Zukunft gehört, hat ſchon Giordano Bruno einſt mit den Worten ausgeſprochen: „Ein Geiſt findet ſich in allen Dingen, und es iſt kein Körper ſo klein, daß er nicht einen Theil der göttlichen Subſtanz in ſich enthielte, wodurch er beſeelt wird.“ Dieſe veredelte Gottesidee liegt derjenigen Religion zu Grunde, in deren Sinne die edelſten Geiſter des Alterthums wie der Neuzeit gedacht und gelebt haben, dem Pantheismus; und ſie iſt es, von welcher Goethe ſagt: „Gewiß es giebt keine ſchönere Gottesverehrung, als diejenige, welche kein Bild bedarf, welche aus dem Wechſelgeſpräch mit der Natur in unſerem Buſen entſpringt.“ Durch ſie gelangen wir zu der erhabenen pantheiſtiſchen Vorſtellung von der Einheit Gottes und der Natur.

Vierter Vortrag.

Entwickelungstheorie nach Goethe und Oken.

Wiſſenſchaftliche Unzulänglichkeit aller Vorſtellungen von einer Schöpfung der einzelnen Arten. Nothwendigkeit der entgegengeſetzten Entwickelungstheorien. Geſchichtlicher Ueberblick über die wichtigſten Entwickelungstheorien. Griechiſche Philoſophie. Die Bedeutung der Naturphiloſophie. Goethe. Seine Verdienſte als Naturforſcher. Seine Metamorphoſe der Pflanzen. Seine Wirbeltheorie des Schädels. Seine Entdeckung des Zwiſchenkiefers beim Menſchen. Goethe's Theilnahme an dem Streite zwiſchen Cuvier und Geoffroy S. Hilaire. Goethe's Entdeckung der beiden organiſchen Bildungstriebe, des conſervativen Specificationstriebes (der Vererbung) und des progreſſiven Umbildungstriebes (der Anpaſſung). Goethe's Anſicht von der gemeinſamen Abſtammung aller Wirbelthiere mit Inbegriff des Menſchen. Entwickelungstheorie von Gottfried Reinhold Treviranus. Seine moniſtiſche Naturauffaſſung. Oken. Seine Naturphiloſophie. Okens Vorſtellung vom Urſchleim (Protoplasmatheorie) und von den Infuſorien (Zellentheorie).

Meine Herren! Alle verſchiedenen Vorſtellungen, welche wir uns über eine ſelbſtſtändige, von einander unabhängige Entſtehung der einzelnen organiſchen Arten durch Schöpfung machen können, laufen, folgerichtig durchdacht, auf einen ſogenannten Anthropomorphismus, d. h. auf eine Vermenſchlichung des Schöpfers hinaus, wie wir in dem letzten Vortrage bereits gezeigt haben. Es wird da der Schöpfer zu einem Organismus, der ſich einen Plan entwirft, dieſen Plan durchdenkt und verändert, und ſchließlich die Geſchöpfe nach dieſem Plane ausführt, wie ein menſchlicher Architekt

ſein Bauwerk. Wenn ſelbſt ſo hervorragende Naturforſcher wie Linné, Cuvier und Agaſſiz, die Hauptvertreter der dualiſtiſchen Schöpfungshypotheſe, zu keiner genügenderen Anſicht gelangen konnten, ſo wird daraus am beſten die Unzulänglichkeit aller derjenigen Vorſtellungen hervorgehen, welche die Mannichfaltigkeit der organiſchen Natur aus einer ſolchen Schöpfung der einzelnen Arten ableiten wollen. Es haben zwar einige Naturforſcher, welche das wiſſenſchaftlich ganz Unbefriedigende dieſer Vorſtellungen einſahen, verſucht, den Begriff des perſönlichen Schöpfers durch denjenigen einer unbewußt wirkenden ſchöpferiſchen Naturkraft zu erſetzen; indeſſen iſt dieſer Ausdruck offenbar eine bloße umſchreibende Redensart, ſobald nicht näher gezeigt wird, worin dieſe Naturkraft beſteht, und wie ſie wirkt. Daher haben auch dieſe letzteren Verſuche durchaus keine Geltung in der Wiſſenſchaft errungen. Vielmehr hat man ſich genöthigt geſehen, ſobald man eine ſelbſtſtändige Entſtehung der verſchiedenen Thier- und Pflanzenformen annahm, immer auf ebenſo viele Schöpfungsacte zurückzugreifen, d. h. auf übernatürliche Eingriffe des Schöpfers in den natürlichen Gang der Dinge, der im übrigen ohne ſeine Mitwirkung abläuft.

Nun haben allerdings verſchiedene teleologiſche Naturforſcher, welche die wiſſenſchaftliche Unzuläſſigkeit einer übernatürlichen „Schöpfung“ fühlten, die letztere noch dadurch zu retten geſucht, daß ſie unter Schöpfung „Nichts weiter als eine uns unbekannte, unfaßbare Weiſe der Entſtehung“ verſtanden wiſſen wollten. Dieſer ſophiſtiſchen Ausflucht ſchneidet der treffliche Fritz Müller mit folgender ſchlagenden Gegenbemerkung jeden Rettungspfad ab: „Es ſoll dadurch nur in verblümter Weiſe das verſchämte Geſtändniß ausgeſprochen werden, daß man über die Entſtehung der Arten „gar keine Meinung habe“ und haben wolle. Nach dieſer Erklärung des Wortes würde man ebenſowohl von der Schöpfung der Cholera und der Syphilis, von der Schöpfung einer Feuersbrunſt und eines Eiſenbahnunglücks, wie von der Schöpfung des Menſchen reden können.“ (Jenaiſche Zeitſchrift f. M. u. N. V. B. S. 272.)

Gegenüber nun dieſer vollſtändigen wiſſenſchaftlichen Unzuläſſigkeit aller Schöpfungshypotheſen ſind wir gezwungen, zu den entgegengeſetzten Entwickelungstheorien der Organismen unſere Zuflucht zu nehmen, wenn wir uns überhaupt eine vernünftige Vorſtellung von der Entſtehung der Organismen machen wollen. Wir ſind gezwungen und verpflichtet dazu, ſelbſt wenn dieſe Entwicklungstheorien nur einen Schimmer von Wahrſcheinlichkeit auf eine mechaniſche, natürliche Entſtehung der Thier- und Pflanzenarten fallen laſſen; um ſo mehr aber, wenn, wie Sie ſehen werden, dieſe Theorien eben ſo einfach und klar, als vollſtändig und umfaſſend die geſammten Thatſachen erklären. Dieſe Entwickelungstheorien ſind keineswegs, wie ſie oft fälſchlich angeſehen werden, willkürliche Einfälle, oder beliebige Erzeugniſſe der Einbildungskraft, welche nur die Entſtehung dieſes oder jenes einzelnen Organismus annähernd zu erklären verſuchen; ſondern ſie ſind ſtreng wiſſenſchaftlich begründete Theorien, welche von einem feſten und klaren Standpunkte aus die Geſammtheit der organiſchen Naturerſcheinungen, und insbeſondere die Entſtehung der organiſchen Species auf das Einfachſte erklären, und als die nothwendigen Folgen mechaniſcher Naturvorgänge nachweiſen.

Wie ich bereits im zweiten Vortrage Ihnen zeigte, fallen dieſe Entwickelungstheorien naturgemäß mit derjenigen allgemeinen Weltanſchauung zuſammen, welche man gewöhnlich als die einheitliche oder moniſtiſche, häufig auch als die mechaniſche oder cauſale zu bezeichnen pflegt, weil ſie nur mechaniſche oder nothwendig wirkende Urſachen (causae efficientes) zur Erklärung der Naturerſcheinungen in Anſpruch nimmt. Ebenſo fallen auf der anderen Seite die von uns bereits betrachteten übernatürlichen Schöpfungshypotheſen mit derjenigen, völlig entgegengeſetzten Weltauffaſſung zuſammen, welche man im Gegenſatz zur erſteren die zwieſpältige oder dualiſtiſche, oft auch die teleologiſche oder vitale nennt, weil ſie die organiſchen Naturerſcheinungen aus der Wirkſamkeit zweckthätiger oder zweckmäßig wirkender Urſachen (causae finales) ableitet. Gerade in dieſem tiefen inneren Zuſammenhang der verſchiedenen

Schöpfungstheorien mit den höchsten Fragen der Philosophie liegt für uns die Anreizung zu ihrer eingehenden Betrachtung.

Der Grundgedanke, welcher allen natürlichen Entwickelungstheorien nothwendig zu Grunde liegen muß, ist derjenige einer allmählichen Entwickelung aller (auch der vollkommensten) Organismen aus einem einzigen oder aus sehr wenigen, ganz einfachen oder ganz unvollkommenen Urwesen, welche nicht durch übernatürliche Schöpfung, sondern durch Urzeugung oder Archigonie (Generatio spontanea) aus anorganischer Materie entstanden. Eigentlich sind in diesem Grundgedanken zwei verschiedene Vorstellungen verbunden, welche aber in tiefem inneren Zusammenhang stehen, nämlich erstens die Vorstellung der Urzeugung oder Archigonie der ursprünglichen Stammwesen, und zweitens die Vorstellung der fortschreitenden Entwickelung der verschiedenen Organismenarten aus jenen einfachsten Stammwesen. Diese beiden wichtigen mechanischen Vorstellungen sind die unzertrennlichen Grundgedanken jeder streng wissenschaftlich durchgeführten Entwickelungstheorie. Weil dieselbe eine Abstammung der verschiedenen Thier- und Pflanzenarten von einfachsten gemeinsamen Stammarten behauptet, konnten wir sie auch als Abstammungslehre (Descendenztheorie), und weil damit zugleich eine Umbildung der Arten verbunden ist, als Umbildungslehre (Transmutationstheorie) oder Transformismus bezeichnen.

Während übernatürliche Schöpfungsgeschichten schon vor vielen Jahrtausenden, in jener unvordenklichen Urzeit entstanden sein müssen, als der Mensch, eben erst aus dem Affenzustande sich entwickelnd, zum ersten Male anfing, eingehender über sich selbst und über die Entstehung der ihn umgebenden Körperwelt nachzudenken, so sind dagegen die natürlichen Entwickelungstheorien nothwendig viel jüngeren Ursprungs. Wir können diesen erst bei gereifteren Culturvölkern begegnen, denen durch philosophische Bildung die Nothwendigkeit einer natürlichen Ursachenerkenntniß klar geworden war; und auch bei diesen dürfen wir zunächst nur von einzelnen bevorzugten Naturen erwarten, daß sie den Ursprung der Erscheinungswelt eben so wie deren Ent-

wickelungsgang, als die nothwendige Folge von mechaniſchen, natürlich wirkenden Urſachen erkannten. Bei keinem Volke waren dieſe Vorbedingungen für die Entſtehung einer natürlichen Entwickelungstheorie jemals ſo vorhanden, wie bei den Griechen des claſſiſchen Alterthums. Dieſen fehlte aber auf der anderen Seite zu ſehr die nähere Bekanntſchaft mit den Thatſachen der Naturvorgänge und ihren Formen, und ſomit die erfahrungsmäßige Grundlage für eine weitere Durchbildung der Entwickelungstheorie. Die exacte Naturforſchung und die überall auf empiriſcher Baſis begründete Naturerkenntniß war ja dem Alterthum ebenſo wie dem Mittelalter faſt ganz unbekannt und iſt erſt eine Errungenſchaft der neueren Zeit. Wir haben daher auch hier keine nähere Veranlaſſung, auf die natürlichen Entwickelungstheorien der verſchiedenen griechiſchen Weltweiſen einzugehen, da denſelben zu ſehr die erfahrungsmäßige Kenntniß ſowohl von der organiſchen als von der anorganiſchen Natur abging.

Nur das wollen wir hier noch hervorheben, daß ſchon im ſiebenten Jahrhundert vor Chriſtus die Häupter der Joniſchen Naturphiloſophie, die drei Mileſier Thales, Anaximenes und Anaximander, namentlich aber der letztere, wichtige Grundſätze unſeres heutigen Monismus aufſtellten. Sie lehrten bereits ein einheitliches Naturgeſetz als Urgrund der mannichfaltigen Erſcheinungen, die Einheit der geſammten Natur und den beſtändigen Wechſel der Formen. Anaximander läßt die lebenden Weſen im Waſſer durch den Einfluß der Sonnenwärme entſtehen und nimmt an, daß der Menſch ſich aus fiſchartigen Thieren entwickelt habe. Aber auch ſpäter finden wir in der Naturphiloſophie des Heraklit und Empedocles, wie in den naturwiſſenſchaftlichen Schriften des Demokritos und Ariſtoteles vielfach Anklänge an Vorſtellungen, die wir zu den Grundpfeilern der heutigen Entwickelungslehre rechnen. Empedocles zeigt, wie Zweckmäßiges aus Unzweckmäßigem hervorgehen kann. Ariſtoteles nimmt die Urzeugung als die natürliche Entſtehungsart der niederen organiſchen Weſen an. Er

läßt z. B. Motten aus Wolle, Flöhe aus faulem Miſt, Milben aus feuchtem Holz entſtehen u. ſ. w. [18]).

Der Grundgedanke der Entwickelungstheorie, daß die verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten ſich aus gemeinſamen Stammarten durch Umbildung entwickelt haben, konnte natürlich erſt klar ausgeſprochen werden, nachdem die Arten oder Species ſelbſt genauer bekannt geworden, und nachdem auch ſchon die ausgeſtorbenen Species neben den lebenden in Betracht gezogen und eingehender mit letzteren verglichen worden waren. Dies geſchah erſt gegen Ende des vorigen und im Beginn unſeres Jahrhunderts. Erſt im Jahre 1801 ſprach der große Lamarck die Principien der Entwickelungslehre aus, welche er 1809 in ſeiner claſſiſchen „Philosophie zoologique“ weiter ausführte [19]). Während Lamarck und ſein Landsmann Geoffroy S. Hilaire in Frankreich den Anſichten Cuviers gegenüber traten und eine natürliche Entwickelung der organiſchen Species durch Umbildung und Abſtammung behaupteten, vertraten in Deutſchland Goethe und Oken dieſelbe Richtung und legten hier ſelbſtſtändig die erſten Keime der Entwickelungstheorie. Da man gewöhnlich alle dieſe Naturforſcher als „Naturphiloſophen“ zu bezeichnen pflegt, und da dieſe Bezeichnung in einem gewiſſen Sinne ganz richtig iſt, ſo erſcheint es wohl angemeſſen, hier einige Worte über die richtige Würdigung der Naturphiloſophie vorauszuſchicken.

Während man in England ſchon ſeit langer Zeit Naturwiſſenſchaft und Philoſophie in die engſte Verbindung bringt und jeden von allgemeinen Geſichtspunkten geleiteten Naturforſcher einen „Naturphiloſophen“ nennt, wird dagegen in Deutſchland ſchon ſeit mehr als einem halben Jahrhundert die Naturwiſſenſchaft ſtreng von der Philoſophie geſchieden, und die naturgemäße Verſchmelzung beider zu einer wahren „Naturphiloſophie“ wird nur von Wenigen anerkannt. An dieſer Verkennung ſind die phantaſtiſchen Ausſchreitungen der früheren deutſchen Naturphiloſophen, Okens, Schellings u. ſ. w. Schuld, welche glaubten, die Naturgeſetze aus ihrem Kopfe conſtruiren zu können, ohne auf dem Boden der thatſäch-

lichen Erfahrung ſtehen bleiben zu müſſen. Als ſich dieſe Anmaßungen in ihrer ganzen Leerheit herausgeſtellt hatten, ſchlugen die Naturforſcher unter der „Nation von Denkern“ in das gerade Gegentheil um, und glaubten, das hohe Ziel der Wiſſenſchaft, die Erkenntniß der Wahrheit, auf dem Wege der nackten ſinnlichen Erfahrung ohne jede philoſophiſche Gedankenarbeit erreichen zu können. Von nun an, beſonders ſeit dem Jahre 1830, machte ſich bei den meiſten Naturforſchern eine ſtarke Abneigung gegen jede allgemeinere, philoſophiſche Betrachtung der Natur geltend. Man fand nun das eigentliche Ziel der Naturwiſſenſchaft in der Erkenntniß des Einzelnen; in der Biologie ſchien daſſelbe erreicht, wenn man mit Hülfe der feinſten Inſtrumente und Beobachtungsmittel die Formen und die Lebenserſcheinungen aller einzelnen Organismen ganz genau erkannt haben würde. Zwar gab es immerhin unter dieſen ſtreng empiriſchen oder ſogenannten exakten Naturforſchern Einzelne, welche ſich über dieſen beſchränkten Standpunkt erhoben und das letzte Ziel in einer Erkenntniß allgemeiner Organiſationsgeſetze finden wollten. Indeſſen die große Mehrzahl der Zoologen und Botaniker in den letzten vier Decennien wollte von ſolchen allgemeinen Geſetzen Nichts wiſſen; ſie geſtand höchſtens zu, daß vielleicht in ganz entfernter Zukunft, wenn man einmal am Ende aller empiriſchen Erkenntniß angelangt ſein würde, wenn alle einzelnen Thiere und Pflanzen vollſtändig unterſucht worden ſeien, ſolche Geſetze aufgeſtellt werden könnten.

Wenn man die wichtigſten Fortſchritte, die der menſchliche Geiſt in der Erkenntniß der Wahrheit gemacht hat, zuſammenfaſſend vergleicht, ſo erkennt man bald, daß es ſtets philoſophiſche Gedankenoperationen ſind, durch welche dieſe Fortſchritte erzielt wurden. Die vorhergehende ſinnliche Erfahrung und die dadurch gewonnene Kenntniß des Einzelnen kann nur die feſte Grundlage für jene allgemeinen Geſetze liefern. Empirie und Philoſophie ſtehen daher keineswegs in ſo ausſchließendem Gegenſatz zu einander, wie bisher von den Meiſten angenommen wurde; ſie ergänzen ſich vielmehr nothwendig.

Der Philoſoph, welchem der unumſtößliche Boden der ſinnlichen Erfahrung, der empiriſchen Kenntniß fehlt, gelangt in ſeinen allgemeinen Speculationen ſehr leicht zu Fehlſchlüſſen, welche ſelbſt ein mäßig gebildeter Naturforſcher ſofort widerlegen kann. Andrerſeits können die rein empiriſchen Naturforſcher, die ſich nicht um philoſophiſche Zuſammenfaſſung ihrer ſinnlichen Wahrnehmungen bemühen und nicht nach allgemeinen Erkenntniſſen ſtreben, die Wiſſenſchaft nur in ſehr geringem Maße fördern; der Hauptwerth ihrer mühſam gewonnenen Einzelkenntniſſe liegt in den allgemeinen Reſultaten, welche ſpäter umfaſſendere Geiſter aus denſelben ziehen. Bei einem allgemeinen Ueberblick über den Entwickelungsgang der Biologie ſeit Linné finden Sie leicht, wie dies Baer ausgeführt hat, ein beſtändiges Schwanken zwiſchen dieſen beiden Richtungen, ein Ueberwiegen einmal der empiriſchen (ſogenannten eracten) und dann wieder der philoſophiſchen (ſpeculativen) Richtung. So hatte ſich ſchon zu Ende des vorigen Jahrhunderts, im Gegenſatz gegen Linné's rein empiriſche Schule, eine naturphiloſophiſche Reaction erhoben, deren bewegende Geiſter, Kant, Lamarck, Geoffroy S. Hilaire, Goethe und Oken, durch ihre Gedankenarbeit Licht und Ordnung in das Chaos des aufgehäuften empiriſchen Rohmaterials zu bringen ſuchten. Gegenüber den vielfachen Irrthümern und den zu weit gehenden Speculationen dieſer Naturphiloſophen trat dann Cuvier auf, welcher eine zweite, rein empiriſche Periode herbeiführte. Dieſe erreichte ihre einſeitigſte Entwickelung während der Jahre 1830—1860, und nun folgte ein zweiter philoſophiſcher Rückſchlag, durch Darwin's Werk veranlaßt. Man fing nun im letzten Decennium wieder an, ſich zur Erkenntniß der allgemeinen Naturgeſetze hinzuwenden, denen doch ſchließlich alle einzelnen Erfahrungskenntniſſe nur als Grundlage dienen, und durch welche letztere erſt ihren wahren Werth erlangen. Durch die Gedanken-Arbeit der Philoſophie wird die Naturkunde erſt zur wahren Wiſſenſchaft, zur „Naturphiloſophie".

Unter den großen Naturphiloſophen, denen wir die erſte Begründung einer organiſchen Entwickelungstheorie verdanken, und welche

neben Charles Darwin als die Urheber der Umbildungslehre glänzen, stehen obenan Jean Lamarck und Wolfgang Goethe. Ich wende mich zunächst zu unserm unvergleichlichen Goethe, welcher von Allen uns Deutschen am nächsten steht. Bevor ich jedoch seine besonderen Verdienste um die Entwickelungstheorie erläutere, scheint es mir passend, Einiges über seine Bedeutung als Naturforscher überhaupt zu sagen, da dieselbe gewöhnlich sehr verkannt wird.

Gewiß die meisten unter Ihnen verehren Goethe nur als Dichter und Menschen; nur Wenige werden eine Vorstellung von dem hohen Werth haben, den seine naturwissenschaftlichen Arbeiten besitzen, von dem Riesenschritt, mit dem er seiner Zeit vorauseilte, — so vorauseilte, daß eben die meisten Naturforscher der damaligen Zeit ihm nicht nachkommen konnten. Das Mißgeschick, daß seine naturphilosophischen Verdienste von seinen Zeitgenossen verkannt wurden, hat Goethe oft schmerzlich empfunden. An verschiedenen Stellen seiner naturwissenschaftlichen Schriften beklagt er sich bitter über die beschränkten Fachleute, welche seine Arbeiten nicht zu würdigen verstehen, welche den Wald vor lauter Bäumen nicht sehen, und welche sich nicht dazu erheben können, aus dem Wust des Einzelnen allgemeine Naturgesetze herauszufinden. Nur zu gerecht ist sein Vorwurf: „Der Philosoph wird gar bald entdecken, daß sich die Beobachter selten zu einem Standpunkt erheben, von welchem sie so viele bedeutend bezügliche Gegenstände übersehen können". Wesentlich allerdings wurde diese Verkennung verschuldet durch den falschen Weg, auf welchen Goethe in seiner Farbenlehre gerieth. Die Farbenlehre, die er selbst als das Lieblingskind seiner Muße bezeichnet, ist in ihren Grundlagen durchaus verfehlt, so viel Schönes sie auch im Einzelnen enthalten mag. Die exacte mathemathische Methode, mittelst welcher man allein zunächst in den anorganischen Naturwissenschaften, in der Physik vor Allem, Schritt für Schritt auf unumstößlich fester Basis weiter bauen kann, war Goethe durchaus zuwider. Er ließ sich in der Verwerfung derselben nicht allein zu großen Ungerechtigkeiten gegen die hervorragendsten Physiker hinreißen, sondern auch auf Irrwege verleiten,

die ſeinen übrigen werthvollen Arbeiten ſehr geſchadet haben. Ganz etwas Anderes iſt es in den organiſchen Naturwiſſenſchaften, in welchen wir nur ſelten im Stande ſind, von Anfang an gleich auf der unumſtößlich feſten mathematiſchen Baſis vorzugehen, vielmehr gezwungen ſind, wegen der unendlich ſchwierigen und verwickelten Natur der Aufgabe, uns zunächſt Inductionsſchlüſſe zu bilden; d. h. wir müſſen aus zahlreichen einzelnen Beobachtungen, die doch nicht ganz vollſtändig ſind, ein allgemeines Geſetz zu begründen ſuchen. Die denkende Vergleichung der verwandten Erſcheinungsreihen, die Combination iſt hier das wichtigſte Forſchungsinſtrument, und dieſe wurde von Goethe mit ebenſo viel Glück als bewußter Werthserkenntniß bei ſeinen naturphiloſophiſchen Arbeiten angewandt.

Von den Schriften Goethe's, die ſich auf die organiſche Natur beziehen, iſt am berühmteſten die Metamorphoſe der Pflanzen geworden, welche 1790 erſchien; ein Werk, welches bereits den Grundgedanken der Entwickelungstheorie deutlich erkennen läßt. Denn Goethe war darin bemüht, ein einziges Grundorgan nachzuweiſen, durch deſſen unendlich mannichfaltige Ausbildung und Umbildung man ſich den ganzen Formenreichthum der Pflanzenwelt entſtanden denken könne; dieſes Grundorgan fand er im Blatt. Wenn damals ſchon die Anwendung des Mikroſkops eine allgemeine geweſen wäre, wenn Goethe den Bau der Organismen mit dem Mikroſkop durchforſcht hätte, ſo würde er noch weiter gegangen ſein, und das Blatt bereits als ein Vielfaches von individuellen Theilen niederer Ordnung, von Zellen, erkannt haben. Er würde dann nicht das Blatt, ſondern die Zelle als das eigentliche Grundorgan aufgeſtellt haben, durch deſſen Vermehrung, Umbildung und Verbindung (Syntheſe) zunächſt das Blatt entſteht; ſowie weiterhin durch Umbildung, Variation und Zuſammenſetzung der Blätter alle die mannichfaltigen Schönheiten in Form und Farbe entſtehen, welche wir ebenſo an den echten Ernährungsblättern, wie an den Fortpflanzungsblättern oder den Blüthentheilen der Pflanzen bewundern. Indeſſen ſchon jener Grundgedanke war durchaus richtig. Goethe zeigte darin, daß man, um das

Ganze der Erscheinung zu erfassen, erstens vergleichen und dann zweitens einen einfachen Typus, eine einfache Grundform, ein Thema gewissermaßen suchen müsse, von dem alle übrigen Gestalten nur die unendlich mannichfaltigen Variationen seien.

Etwas Aehnliches, wie er hier in der Metamorphose der Pflanzen leistete, gab er dann für die Wirbelthiere in seiner berühmten Wirbeltheorie des Schädels. Goethe zeigte zuerst, unabhängig von Oken, welcher fast gleichzeitig auf denselben Gedanken kam, daß der Schädel des Menschen und aller anderen Wirbelthiere, zunächst der Säugethiere, Nichts weiter sei als das umgewandelte vorderste Stück der Wirbelsäule oder des Rückgrats. Die Knochenkapsel des Schädels erscheint danach aus mehreren Knochenringen zusammengesetzt, welche den Wirbeln des Rückgrats ursprünglich gleichwerthig sind. Allerdings ist diese Idee kürzlich durch die scharfsinnigen Untersuchungen von Gegenbaur*) sehr bedeutend modificirt worden. Dennoch gehörte sie in jener Zeit zu den größten Fortschritten der vergleichenden Anatomie und wurde für das Verständniß des Wirbelthierbaues eine der ersten Grundlagen. Wenn zwei Körpertheile, die auf den ersten Blick so verschieden aussehen, wie der Hirnschädel und die Wirbelsäule, sich als ursprünglich gleichartige, aus einer und derselben Grundlage hervorgebildete Theile nachweisen ließen, so war damit eine der schwierigsten naturphilosophischen Aufgaben gelöst. Auch hier begegnet uns wieder der Gedanke des einheitlichen Typus, der Gedanke des einzigen Themas, daß nur in den verschiedenen Arten und in den Theilen der einzelnen Arten unendlich variirt wird.

Es waren aber nicht bloß solche weitgreifende Gesetze, um deren Erkenntniß sich Goethe bemühte, sondern es waren auch zahlreiche einzelne, namentlich vergleichend-anatomische Untersuchungen, die ihn lange Zeit hindurch aufs lebhafteste beschäftigten. Unter diesen ist vielleicht keine interessanter, als die Entdeckung des Zwischenkiefers beim Menschen. Da diese in mehrfacher Beziehung von Bedeutung für die Entwickelungstheorie ist, so erlaube ich mir,

Ihnen dieſelbe kurz hier darzulegen. Es exiſtiren bei ſämmtlichen Säugethieren in der oberen Kinnlade zwei Knochenſtückchen, welche in der Mittellinie des Geſichts, unterhalb der Naſe, ſich berühren, und in der Mitte zwiſchen den beiden Hälften des eigentlichen Oberkieferknochens gelegen ſind. Dieſes Knochenpaar, welches die vier oberen Schneidezähne trägt, iſt bei den meiſten Säugethieren ohne Weiteres ſehr leicht zu erkennen; beim Menſchen dagegen war es zu jener Zeit nicht bekannt, und berühmte vergleichende Anatomen legten ſogar auf dieſen Mangel des Zwiſchenkiefers einen ſehr großen Werth, indem ſie denſelben als Hauptunterſchied zwiſchen Menſchen und Affen anſahen; es wurde der Mangel des Zwiſchenkiefers ſeltſamer Weiſe als der menſchlichſte aller menſchlichen Charaktere hervorgehoben. Nun wollte es Goethe durchaus nicht in den Kopf, daß der Menſch, der in allen übrigen körperlichen Beziehungen offenbar nur ein hoch entwickeltes Säugethier ſei, dieſen Zwiſchenkiefer entbehren ſolle. Er zog aus der allgemeinen Verbreitung des Zwiſchenkiefers bei ſämmtlichen Säugethieren den beſonderen Schluß, daß derſelbe auch beim Menſchen vorkommen müſſe; und er hatte keine Ruhe, bis er bei Vergleichung einer großen Anzahl von Schädeln wirklich den Zwiſchenkiefer auffand. Bei einzelnen Individuen iſt derſelbe die ganze Lebenszeit hindurch erhalten, während er gewöhnlich frühzeitig mit dem benachbarten Oberkiefer verwächſt und nur bei ſehr jugendlichen Menſchenſchädeln als ſelbſtſtändiger Knochen nachzuweiſen iſt. Bei den menſchlichen Embryonen kann man ihn jetzt jeden Augenblick vorzeigen. Der Zwiſchenkiefer iſt alſo beim Menſchen in der That vorhanden, und Goethe gebührt der Ruhm, dieſe in vielfacher Beziehung wichtige Thatſache zuerſt feſtgeſtellt zu haben, und zwar gegen den Widerſpruch der wichtigſten Fachautoritäten, z. B. des berühmten Anatomen Peter Camper. Beſonders intereſſant iſt dabei der Weg, auf dem er zu dieſer Feſtſtellung gelangte; es iſt der Weg, auf dem wir beſtändig in den organiſchen Naturwiſſenſchaften fortſchreiten, der Weg der Induction und Deduction. Die Induction iſt ein Schluß aus zahlreichen einzelnen beobachteten Fällen auf ein

allgemeines Geſetz; die Deduction dagegen iſt ein Rückſchluß aus dieſem allgemeinen Geſetz auf einen einzelnen, noch nicht wirklich beobachteten Fall. Aus den damals geſammelten empiriſchen Kenntniſſen ging der Inductionsſchluß hervor, daß ſämmtliche Säugethiere den Zwiſchenkiefer beſitzen. Goethe zog daraus den Deductionsſchluß, daß der Menſch, der in allen übrigen Beziehungen ſeiner Organiſation nicht weſentlich von den Säugethieren verſchieden ſei, auch dieſen Zwiſchenkiefer beſitzen müſſe; und letzterer fand ſich in der That bei eingehender Unterſuchung. Es wurde der Deductionsſchluß durch die nachfolgende Erfahrung beſtätigt oder verificirt.

Schon dieſe wenigen Züge mögen Ihnen den hohen Werth vor Augen führen, den wir Goethe's biologiſchen Forſchungen zuſchreiben müſſen. Leider ſind die meiſten ſeiner darauf bezüglichen Arbeiten ſo verſteckt in ſeinen geſammelten Werken, und die wichtigſten Beobachtungen und Bemerkungen ſo zerſtreut in zahlreichen einzelnen Aufſätzen, die andere Themata behandeln, daß es ſchwer iſt, ſie herauszufinden. Auch iſt bisweilen eine vortreffliche, wahrhaft wiſſenſchaftliche Bemerkung ſo eng mit einem Haufen unbrauchbarer naturphiloſophiſcher Phantaſiegebilde verknüpft, daß letztere der erſteren großen Eintrag thun.

Für das außerordentliche Intereſſe, welches Goethe für die organiſche Naturforſchung hegte, iſt vielleicht Nichts bezeichnender, als die lebendige Theilnahme, mit welcher er noch in ſeinen letzten Lebensjahren den in Frankreich ausgebrochenen Streit zwiſchen Cuvier und Geoffroy S. Hilaire verfolgte. Goethe hat eine intereſſante Darſtellung dieſes merkwürdigen Streites und ſeiner allgemeinen Bedeutung, ſowie eine treffliche Charakteriſtik der beiden großen Gegner in einer beſonderen Abhandlung gegeben, welche er erſt wenige Tage vor ſeinem Tode, im März 1832, vollendete. Dieſe Abhandlung führt den Titel: „Principes de Philosophie zoologique par Mr. Geoffroy de Saint-Hilaire"; ſie iſt Goethe's letztes Werk, und bildet in der Geſammtausgabe ſeiner Werke deren Schluß. Der

Streit ſelbſt war in mehrfacher Beziehung von höchſtem Intereſſe. Er drehte ſich weſentlich um die Berechtigung der Entwickelungstheorie. Dabei wurde er im Schooße der franzöſiſchen Academie von beiden Gegnern mit einer perſönlichen Leidenſchaftlichkeit geführt, welche in den würdevollen Sitzungen jener gelehrten Körperſchaft faſt unerhört war, und welche bewies, daß beide Naturforſcher für ihre heiligſten und tiefſten Ueberzeugungen kämpften. Am 22ſten Februar 1830 fand der erſte Conflict ſtatt, welchem bald mehrere andere folgten, der heftigſte am 19. Juli 1830. Geoffroy als das Haupt der franzöſiſchen Naturphiloſophen vertrat die natürliche Entwickelungstheorie und die einheitliche (moniſtiſche) Naturauffaſſung. Er behauptete die Veränderlichkeit der organiſchen Species, die gemeinſchaftliche Abſtammung der einzelnen Arten von gemeinſamen Stammformen, und die Einheit der Organiſation, oder die Einheit des Bauplanes, wie man ſich damals ausdrückte. Cuvier war der entſchiedenſte Gegner dieſer Anſchauungen, wie es ja nach dem, was Sie gehört haben, nicht anders ſein konnte. Er verſuchte zu zeigen, daß die Naturphiloſophen kein Recht hätten, auf Grund des damals vorliegenden empiriſchen Materials ſo weitgehende Schlüſſe zu ziehen, und daß die behauptete Einheit der Organiſation oder des Bauplanes der Organismen nicht exiſtire. Er vertrat die teleologiſche (dualiſtiſche) Naturauffaſſung und behauptete, daß „die Unveränderlichkeit der Species eine nothwendige Bedingung für die Exiſtenz der wiſſenſchaftlichen Naturgeſchichte ſei.“ Cuvier hatte den großen Vortheil vor ſeinem Gegner voraus, für ſeine Behauptungen lauter unmittelbar vor Augen liegende Beweisgründe vorbringen zu können, welche allerdings nur aus dem Zuſammenhang geriſſene einzelne Thatſachen waren. Geoffroy dagegen war nicht im Stande, den von ihm verfochtenen höheren allgemeinen Zuſammenhang der einzelnen Erſcheinungen mit ſo greifbaren Einzelheiten belegen zu können. Daher behielt Cuvier in den Augen der Mehrheit den Sieg, und entſchied für die folgenden drei Jahrzehnte die Niederlage der Naturphiloſophie und die Herrſchaft der ſtreng empiriſchen Richtung. Goethe dagegen nahm natürlich

entſchieden für Geoffroy Partei. Wie lebhaft ihn noch in ſeinem 81ſten Jahre dieſer große Kampf beſchäftigte, mag folgende, von Soret erzählte Anekdote bezeugen:

„Montag, 2. Auguſt 1830. Die Nachrichten von der begonnenen Julirevolution gelangten heute nach Weimar und ſetzten Alles in Aufregung. Ich ging im Laufe des Nachmittags zu Goethe. „Nun?“ rief er mir entgegen, „was denken Sie von dieſer großen Begebenheit? Der Vulcan iſt zum Ausbruch gekommen; alles ſteht in Flammen, und es iſt nicht ferner eine Verhandlung bei geſchloſſenen Thüren!“ Eine furchtbare Geſchichte! erwiderte ich. Aber was ließ ſich bei den bekannten Zuſtänden und bei einem ſolchen Miniſterium anders erwarten, als daß man mit der Vertreibung der bisherigen königlichen Familie endigen würde. „Wir ſcheinen uns nicht zu verſtehen, mein Allerbeſter,“ erwiderte Goethe. „Ich rede gar nicht von jenen Leuten; es handelt ſich bei mir um ganz andere Dinge. Ich rede von dem in der Academie zum öffentlichen Ausbruch gekommenen, für die Wiſſenſchaft ſo höchſt bedeutenden Streite zwiſchen Cuvier und Geoffroy de S. Hilaire.“ Dieſe Aeußerung Goethe's war mir ſo unerwartet, daß ich nicht wußte, was ich ſagen ſollte, und daß ich während einiger Minuten einen völligen Stillſtand in meinen Gedanken verſpürte. „Die Sache iſt von der höchſten Bedeutung,“ fuhr Goethe fort, „und Sie können ſich keinen Begriff davon machen, was ich bei der Nachricht von der Sitzung des 19. Juli empfinde. Wir haben jetzt an Geoffroy de Saint Hilaire einen mächtigen Alliirten auf die Dauer. Ich ſehe aber zugleich daraus, wie groß die Theilnahme der franzöſiſchen wiſſenſchaftlichen Welt in dieſer Angelegenheit ſein muß, indem trotz der furchtbaren politiſchen Aufregung, die Sitzung des 19. Juli dennoch bei einem gefüllten Hauſe ſtattfand. Das Beſte aber iſt, daß die von Geoffroy in Frankreich eingeführte ſynthetiſche Behandlungsweiſe der Natur jetzt nicht mehr rückgängig zu machen iſt. Dieſe Angelegenheit iſt durch die freien Discuſſionen in der Academie, und zwar in Gegenwart eines großen Publicums, jetzt öffentlich geworden, ſie läßt ſich nicht mehr

an geheime Ausschüsse verweisen und bei geschlossenen Thüren abthun und unterdrücken."

Von den zahlreichen interessanten und bedeutenden Sätzen, in welchen sich Goethe klar über seine Auffassung der organischen Natur und ihrer beständigen Entwickelung ausspricht, habe ich in meiner generellen Morphologie der Organismen [1]) eine Auswahl als Leitworte an den Eingang der einzelnen Bücher und Capitel gesetzt. Hier führe ich Ihnen zunächst eine Stelle aus dem Gedichte an, welches die Ueberschrift trägt: „die Metamorphose der Thiere" (1819).

„Alle Glieder bilden sich aus nach ew'gen Gesetzen,
„Und die seltenste Form bewahrt im Geheimen das Urbild.
„Also bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Thieres,
„Und die Weise zu leben, sie wirkt auf alle Gestalten
„Mächtig zurück. So zeiget sich fest die geordnete Bildung,
„Welche zum Wechsel sich neigt durch äußerlich wirkende Wesen."

Schon hier ist der Gegensatz zwischen zwei verschiedenen organischen Bildungskräften angedeutet, welche sich gegenüber stehen, und durch ihre Wechselwirkung die Form des Organismus bestimmen; einerseits ein gemeinsames inneres, fest sich erhaltendes Urbild, welches den verschiedensten Gestalten zu Grunde liegt; andrerseits der äußerlich wirkende Einfluß der Umgebung und der Lebensweise, welcher umbildend auf das Urbild einwirkt. Noch bestimmter tritt dieser Gegensatz in folgendem Ausspruch hervor.

„Eine innere ursprüngliche Gemeinschaft liegt aller Organisation zu Grunde; die Verschiedenheit der Gestalten dagegen entspringt aus den nothwendigen Beziehungsverhältnissen zur Außenwelt, und man darf daher eine ursprüngliche, gleichzeitige Verschiedenheit und eine unaufhaltsam fortschreitende Umbildung mit Recht annehmen, um die ebenso constanten als abweichenden Erscheinungen begreifen zu können."

Das „Urbild" oder der „Typus", welcher als „innere ursprüngliche Gemeinschaft" allen organischen Formen zu Grunde liegt, ist die innere Bildungskraft, welche die ursprüngliche Bildungsrichtung erhält und durch Vererbung fortpflanzt. Die „unaufhaltsam fort-

ſchreitende Umbildung" dagegen, welche „aus den nothwendigen Beziehungsverhältniſſen zur Außenwelt entſpringt", bewirkt als äußere Bildungskraft, durch Anpaſſung an die umgebenden Lebensbedingungen, die unendliche „Verſchiedenheit der Geſtalten". Den inneren Bildungstrieb der Vererbung, welcher die Einheit des Urbildes erhält, nennt Goethe an einer anderen Stelle die Centripetalkraft des Organismus, ſeinen Specificationstrieb; im Gegenſatz dazu nennt er den äußeren Bildungstrieb der Anpaſſung, welcher die Mannichfaltigkeit der organiſchen Geſtalten hervorbringt, die Centrifugalkraft des Organismus, ſeinen Variationstrieb. Die betreffende Stelle, in welcher er ganz klar das „Gegengewicht" dieſer beiden äußerſt wichtigen organiſchen Bildungskräfte bezeichnet, lautet folgendermaßen: „Die Idee der Metamorphoſe iſt gleich der Vis centrifuga und würde ſich ins Unendliche verlieren, wäre ihr nicht ein Gegengewicht zugegeben: ich meine den Specificationstrieb, das zähe Beharrlichkeitsvermögen deſſen, was einmal zur Wirklichkeit gekommen, eine Vis centripeta, welcher in ihrem tiefſten Grunde keine Aeußerlichkeit etwas anhaben kann."

Unter Metamorphoſe verſteht Goethe nicht allein, wie es heutzutage gewöhnlich verſtanden wird, die Formveränderungen, welche das organiſche Individuum während ſeiner individuellen Entwickelung erleidet, ſondern in weiterem Sinne überhaupt die Umbildung der organiſchen Formen. Die „Idee der Metamorphoſe" iſt beinahe gleichbedeutend mit unſerer „Entwickelungstheorie". Dies ergiebt ſich unter Anderen auch aus folgendem Ausſpruch: „Der Triumph der phyſiologiſchen Metamorphoſe zeigt ſich da, wo das Ganze ſich in Familien, Familien ſich in Geſchlechter, Geſchlechter in Sippen, und dieſe wieder in andere Mannichfaltigkeiten bis zur Individualität ſcheiden, ſondern und umbilden. Ganz ins Unendliche geht dieſes Geſchäft der Natur; ſie kann nicht ruhen, noch beharren, aber auch nicht Alles, was ſie hervorbrachte, bewahren und erhalten. Aus dem Samen entwickeln ſich immer abweichende, die Verhältniſſe ihrer Theile zu einander verändert beſtimmende Pflanzen."

In den beiden organischen Bildungstrieben, in dem conservativen, centripetalen, innerlichen Bildungstriebe der Vererbung oder der Specification einerseits, in dem progressiven, centrifugalen, äußerlichen Bildungstriebe der Anpassung oder der Metamorphose andrerseits, hatte Goethe bereits die beiden großen mechanischen Naturkräfte entdeckt, welche die wirkenden Ursachen der organischen Gestaltungen sind. Diese tiefe biologische Erkenntniß mußte ihn naturgemäß zu dem Grundgedanken der Abstammungslehre führen, zu der Vorstellung, daß die formverwandten organischen Arten wirklich blutsverwandt sind, und daß dieselben von gemeinsamen ursprünglichen Stammformen abstammen. Für die wichtigste von allen Thiergruppen, die Hauptabtheilung der Wirbelthiere, drückt dies Goethe in folgendem merkwürdigen Satze aus (1796!): „Dies also hätten wir gewonnen, ungescheut behaupten zu dürfen, daß alle vollkommneren organischen Naturen, worunter wir Fische, Amphibien, Vögel, Säugethiere und an der Spitze der letzten den Menschen sehen, alle nach einem Urbilde geformt seien, das nur in seinen sehr beständigen Theilen mehr oder weniger hin- und herweicht, und sich noch täglich durch Fortpflanzung aus- und umbildet."

Dieser Satz ist in mehrfacher Beziehung von Interesse. Die Theorie, daß „alle vollkommneren organischen Naturen", d. h. alle Wirbelthiere, von einem gemeinsamen Urbilde abstammen, daß sie aus diesem durch Fortpflanzung (Vererbung) und Umbildung (Anpassung) entstanden sind, ist daraus deutlich zu entnehmen. Besonders interessant aber ist, daß Goethe auch hier für den Menschen keine Ausnahme gestattet, ihn vielmehr ausdrücklich in den Stamm der übrigen Wirbelthiere hineinzieht. Die wichtigste specielle Folgerung der Abstammungslehre, daß der Mensch von anderen Wirbelthieren abstammt, läßt sich hier im Keime erkennen [a]).

Noch klarer spricht Goethe diese überaus wichtige Grund-Idee an einer anderen Stelle (1807) in folgenden Worten aus: „Wenn man Pflanzen und Thiere in ihrem unvollkommensten Zustande betrachtet, so sind sie kaum zu unterscheiden. So viel aber können

wir ſagen, daß die aus einer kaum zu ſondernden Verwandtſchaft als Pflanzen und Thiere nach und nach hervortretenden Geſchöpfe nach zwei entgegengeſetzten Seiten ſich vervollkommnen, ſo daß die Pflanze ſich zuletzt im Baume dauernd und ſtarr, das Thier im Menſchen zur höchſten Beweglichkeit und Freiheit ſich verherrlicht." In dieſem merkwürdigen Satze iſt nicht allein das genealogiſche Verwandtſchafts-Verhältniß des Pflanzenreichs zum Thierreiche höchſt treffend beurtheilt, ſondern auch bereits der Kern der einheitlichen oder monophyletiſchen Deſcendenz-Hypotheſe enthalten, deren Bedeutung ich Ihnen ſpäter auseinander zu ſetzen habe. (Vergl. über Goethe's Transformismus namentlich Kaliſcher's Schrift [9]).

Zu derſelben Zeit, als Goethe in dieſer Weiſe die Grundzüge der Deſcendenz-Theorie entwarf, finden wir bereits einen anderen deutſchen Naturphiloſophen angelegentlich mit derſelben beſchäftigt, nämlich Gottfried Reinhold Treviranus aus Bremen (geb. 1776, geſt. 1837). Wie kürzlich Wilhelm Focke in Bremen gezeigt hat, entwickelte Treviranus ſchon in dem früheſten ſeiner größeren Werke, in der „Biologie oder Philoſophie der lebenden Natur", bereits ganz im Anfange unſeres Jahrhunderts, moniſtiſche Anſichten von der Einheit der Natur und von dem genealogiſchen Zuſammenhang der Organismen-Arten, die ganz unſerem jetzigen Standpunkte entſprechen. In den drei erſten Bänden der Biologie, die 1802, 1803 und 1805 erſchienen, alſo ſchon mehrere Jahre vor den Hauptwerken von Oken und Lamarck, finden ſich zahlreiche Stellen, welche in dieſer Beziehung von Intereſſe ſind. Ich will nur einige der wichtigſten hier anführen.

Ueber die Hauptfrage unſerer Theorie, über den Urſprung der organiſchen Species, ſpricht ſich Treviranus folgendermaßen aus: „Jede Form des Lebens kann durch phyſiſche Kräfte auf doppelte Art hervorgebracht ſein: entweder durch Entſtehung aus formloſer Materie, oder durch Abänderung der Form bei dauernder Geſtaltung. Im letzteren Falle kann die Urſache dieſer Abänderung entweder in der Einwirkung eines ungleichartigen männlichen Zeugungsſtoffes

auf den weiblichen Keim, oder in dem erst nach der Erzeugung stattfindenden Einflusse anderer Potenzen liegen. — In jedem lebenden Wesen liegt die Fähigkeit zu einer endlosen Mannichfaltigkeit der Gestaltungen; jedes besitzt das Vermögen, seine Organisation den Veränderungen der äußeren Welt anzupassen, und dieses durch den Wechsel des Universums in Thätigkeit gesetzte Vermögen ist es, was die einfachen Zoophyten der Vorwelt zu immer höheren Stufen der Organisation gesteigert und eine zahllose Mannichfaltigkeit in die lebende Natur gebracht hat."

Unter Zoophyten versteht hier Treviranus die Organismen niedersten Ranges und einfachster Beschaffenheit, insbesondere jene neutralen, zwischen Thier und Pflanze in der Mitte stehenden Urwesen, die im Ganzen unseren Protisten entsprechen. „Diese Zoophyten", sagt er an einer anderen Stelle, „sind die Urformen, aus welchen alle Organismen der höheren Classen durch allmähliche Entwickelung entstanden sind. Wir sind ferner der Meinung, daß jede Art, wie jedes Individuum, gewisse Perioden des Wachsthums, der Blüthe und des Absterbens hat, daß aber ihr Absterben nicht Auflösung, wie bei dem Individuum, sondern Degeneration ist. Und hieraus scheint uns zu folgen, daß es nicht, wie man gewöhnlich annimmt, die großen Katastrophen der Erde sind, was die Thiere der Vorwelt vertilgt hat, sondern daß Viele diese überlebt haben, und daß sie vielmehr deswegen aus der jetzigen Natur verschwunden sind, weil die Arten, zu welchen sie gehörten, den Kreislauf ihres Daseins vollendet haben und in andere Gattungen übergegangen sind."

Wenn Treviranus an diesen und anderen Stellen Degeneration als die wichtigste Ursache der Umbildung der Thier- und Pflanzen-Arten ansieht, so versteht er darunter nicht „Entartung" oder Degeneration in dem heute gebräuchlichen Sinne. Vielmehr ist seine „Degeneration" ganz dasselbe, was wir heute Anpassung oder Abänderung durch den äußeren Bildungstrieb nennen. Daß Treviranus diese Umbildung der organischen Species durch Anpassung, und ihre Erhaltung durch Vererbung, die ganze Mannichfaltigkeit der

organiſchen Formen aber durch die Wechſelwirkung von Anpaſſung und Vererbung erklärte, geht auch aus mehreren anderen Stellen klar hervor. Wie tief er dabei die gegenſeitige Abhängigkeit aller lebenden Weſen von einander, und überhaupt den univerſalen Cauſalnexus, d. h. den einheitlichen urſächlichen Zuſammenhang zwiſchen allen Gliedern und Theilen des Weltalls erfaßte, zeigt unter andern noch folgender Satz der Biologie: „Das lebende Individuum iſt abhängig von der Art, die Art von dem Geſchlechte, dieſes von der ganzen lebenden Natur, und die letztere von dem Organismus der Erde. Das Individuum beſitzt zwar ein eigenthümliches Leben und bildet inſofern eine eigene Welt. Aber eben weil das Leben deſſelben beſchränkt iſt, ſo macht es doch zugleich auch ein Organ in dem allgemeinen Organismus aus. Jeder lebende Körper beſteht durch das Univerſum; aber das Univerſum beſteht auch gegenſeitig durch ihn.“

Daß dieſer großartigen mechaniſchen Auffaſſung des Univerſums zufolge Treviranus auch für den Menſchen keine privilegirte Ausnahmeſtellung in der Natur zuließ, vielmehr die allmähliche Entwickelung deſſelben aus niederen Thierformen annahm, iſt bei einem ſo tief und klar denkenden Naturphiloſophen ſelbſtverſtändlich. Und eben ſo ſelbſtverſtändlich iſt es andererſeits, daß er keine Kluft zwiſchen organiſcher und anorganiſcher Natur anerkannte, vielmehr die abſolute Einheit in der Organiſation des ganzen Weltgebäudes behauptete. Dies bezeugt namentlich der folgende Satz: „Jede Unterſuchung über den Einfluß der geſammten Natur auf die lebende Welt muß von dem Grundſatze ausgehen, daß alle lebenden Geſtalten Producte phyſiſcher, noch in jetzigen Zeiten ſtattfindender, und nur dem Grade oder der Richtung nach veränderter Einflüſſe ſind.“ Hiermit iſt, wie Treviranus ſelbſt ſagt, „das Grundproblem der Biologie gelöſt“, und, fügen wir hinzu, in rein moniſtiſchem oder mechaniſchem Sinne gelöſt.

Als der bedeutendſte der deutſchen Naturphiloſophen gilt gewöhnlich weder Treviranus, noch Goethe, ſondern Lorenz Oken, welcher bei Begründung der Wirbeltheorie des Schädels als

Nebenbuhler Goethe's auftrat und Dieſem nicht gerade freundlich geſinnt war. Bei der ſehr verſchiedenen Natur der beiden großen Männer, welche eine Zeitlang in nachbarſchaftlicher Nähe lebten, konnten ſie ſich doch gegenſeitig nicht wohl anziehen. Oken's Lehrbuch der Naturphiloſophie, eines der bedeutendſten Erzeugniſſe der damaligen naturphiloſophiſchen Schule in Deutſchland, erſchien 1809, in demſelben Jahre, in welchem auch Lamarck's fundamentales Werk, die „Philosophie zoologique" erſchien. Schon 1802 hatte Oken einen „Grundriß der Naturphiloſophie" veröffentlicht. Wie ſchon früher angedeutet wurde, finden wir bei Oken, verſteckt unter einer Fülle von irrigen, zum Theil ſehr abenteuerlichen und phantaſtiſchen Vorſtellungen, eine Anzahl von werthvollen und tiefen Gedanken. Einige von dieſen Ideen haben erſt in neuerer Zeit, viele Jahre nachdem ſie von ihm ausgeſprochen wurden, allmählich wiſſenſchaftliche Geltung erlangt. Ich will Ihnen hier von dieſen, faſt prophetiſch ausgeſprochenen Gedanken nur zwei anführen, welche zugleich zu der Entwickelungstheorie in der innigſten Beziehung ſtehen.

Eine der wichtigſten Theorien Oken's, welche früherhin ſehr verſchrieen, und namentlich von den ſogenannten exacten Empirikern auf das ſtärkſte bekämpft wurde, iſt die Idee, daß die Lebenserſcheinungen aller Organismen von einem gemeinſchaftlichen chemiſchen Subſtrate ausgehen, gewiſſermaßen einem allgemeinen, einfachen „Lebensſtoff", welchen er mit dem Namen „Urſchleim" belegte. Er dachte ſich darunter, wie der Name ſagt, eine ſchleimartige Subſtanz, eine Eiweißverbindung, die in feſtflüſſigem Aggregatzuſtande befindlich iſt, und das Vermögen beſitzt, durch Anpaſſung an verſchiedene Exiſtenzbedingungen der Außenwelt, und in Wechſelwirkung mit deren Materie, die verſchiedenſten Formen hervorzubringen. Nun brauchen Sie blos das Wort Urſchleim in das Wort Protoplasma oder Zellſtoff umzuſetzen, um zu einer der größten Errungenſchaften zu gelangen, welche wir den mikroſkopiſchen Forſchungen der letzten zehn Jahre, insbeſondere denjenigen von Max Schultze, verdanken.

Durch diese Untersuchungen hat sich herausgestellt, daß in allen lebendigen Naturkörpern ohne Ausnahme eine gewisse Menge einer schleimigen, eiweißartigen Materie in festflüssigem Dichtigkeitszustande sich vorfindet, und daß diese stickstoffhaltige Kohlenstoffverbindung ausschließlich der ursprüngliche Träger und Bewirker aller Lebenserscheinungen und aller organischen Formbildung ist. Alle anderen Stoffe, welche außerdem noch im Organismus vorkommen, werden erst von diesem activen Lebensstoff gebildet, oder von außen aufgenommen. Das organische Ei, die ursprüngliche Zelle, aus welcher sich jedes Thier und jede Pflanze zuerst entwickelt, besteht wesentlich nur aus einem runden Klümpchen solcher eiweißartigen Materie. Auch der Eidotter ist nur Eiweiß, mit Fettkernchen gemengt. Oken hatte also wirklich Recht, indem er, mehr ahnend als wissend, den Satz aussprach: „Alles Organische ist aus Schleim hervorgegangen, ist Nichts als verschieden gestalteter Schleim. Dieser Urschleim ist im Meere im Verfolge der Planeten-Entwickelung aus anorganischer Materie entstanden."

An die Urschleimtheorie Oken's, welche wesentlich mit der neuerlich erst fest begründeten, äußerst wichtigen Protoplasmatheorie zusammenfällt, schließt sich eine andere, eben so großartige Idee desselben Naturphilosophen eng an. Oken behauptete nämlich schon 1809, daß der durch Urzeugung im Meere entstehende Urschleim alsbald die Form von mikroskopisch kleinen Bläschen annehme, welche er Mile oder Infusorien nannte. „Die organische Welt hat zu ihrer Basis eine Unendlichkeit von solchen Bläschen." Die Bläschen entstehen aus den ursprünglichen festflüssigen Urschleimkugeln dadurch, daß die Peripherie derselben sich verdichtet. Die einfachsten Organismen sind einfache solche Bläschen oder Infusorien. Jeder höhere Organismus, jedes Thier und jede Pflanze vollkommnerer Art ist weiter Nichts als „eine Zusammenhäufung (Synthesis) von solchen infusorialen Bläschen, die durch verschiedene Combinationen sich verschieden gestalten und so zu höheren Organismen aufwachsen". Sie brauchen nun wiederum das Wort Bläschen oder Infusorium nur durch das Wort Zelle zu ersetzen, um zu einer der größten biologischen Theorien

unſeres Jahrhunderts, zur Zellentheorie, zu gelangen. Schleiden und Schwann haben zuerſt im Jahre 1838 den empiriſchen Beweis geliefert, daß alle Organismen entweder einfache Zellen oder Zuſammenhäufungen (Syntheſen) von ſolchen Zellen ſind; und die neuere Protoplasmatheorie hat nachgewieſen, daß der weſentlichſte (und bisweilen der einzige!) Beſtandtheil der echten Zelle das Protoplasma (der Urſchleim) iſt. Die Eigenſchaften, die Oken ſeinen Infuſorien zuſchreibt, ſind eben die Eigenſchaften der Zellen, die Eigenſchaften der elementaren Individuen, durch deren Zuſammenhäufung, Verbindung und mannichfaltige Ausbildung die höheren Organismen entſtanden ſind.

Dieſe beiden, außerordentlich fruchtbaren Gedanken Oken's wurden wegen der abſurden Form, in der er ſie ausſprach, nur wenig berückſichtigt, oder gänzlich verkannt; und es war einer viel ſpäteren Zeit vorbehalten, dieſelben durch die Erfahrung zu begründen. Im engſten Zuſammenhang mit dieſen Vorſtellungen ſtanden auch andere Grundſätze ſeiner Entwickelungslehre. Vom Urſprung des Menſchengeſchlechts ſagte er: „Der Menſch iſt entwickelt, nicht erſchaffen.“ So viele willkürliche Verkehrtheiten und ausſchweifende Phantaſieſprünge ſich auch in Oken's Naturphiloſophie finden mögen, ſo können ſie uns doch nicht hindern, dieſen großen und ihrer Zeit weit vorauseilenden Ideen unſere gerechte Bewunderung zu zollen. So viel geht aus den angeführten Behauptungen Goethe's und Oken's, und aus den demnächſt zu erörternden Anſichten Lamarck's und Geoffroy's mit Sicherheit hervor, daß in den erſten Decennien unſeres Jahrhunderts Niemand der natürlichen, durch Darwin neu begründeten Entwickelungstheorie ſo nahe kam, als die vielverſchrieene Naturphiloſophie.

Fünfter Vortrag.

Entwickelungstheorie von Kant und Lamarck.

Kant's Verdienſte um die Entwickelungstheorie. Seine moniſtiſche Kosmologie und ſeine dualiſtiſche Biologie. Widerſpruch von Mechanismus und Teleologie. Vergleichung der genealogiſchen Biologie mit der vergleichenden Sprachforſchung. Anſichten zu Gunſten der Deſcendenztheorie von Leopold Buch, Baer, Schleiden, Unger, Schaaffhauſen, Victor Carus, Büchner. Die franzöſiſche Naturphiloſophie. Lamarck's Philoſophie zoologique. Lamarck's moniſtiſches (mechaniſches) Naturſyſtem. Seine Anſichten von der Wechſelwirkung der beiden organiſchen Bildungskräfte, der Vererbung und Anpaſſung. Lamarck's Anſicht von der Entwickelung des Menſchengeſchlechts aus affenartigen Säugethieren. Vertheidigung der Deſcendenztheorie durch Geoffroy S. Hilaire, Naudin und Lecoq. Die engliſche Naturphiloſophie. Anſichten zu Gunſten der Deſcendenztheorie von Erasmus Darwin, W. Herbert, Grant, Freke, Herbert Spencer, Hooker, Huxley. Doppeltes Verdienſt von Charles Darwin.

Meine Herren! Die teleologiſche Naturbetrachtung, welche die Erſcheinungen in der organiſchen Welt durch die zweckmäßige Thätigkeit eines perſönlichen Schöpfers oder einer zweckthätigen Endurſache erklärt, führt nothwendig in ihren letzten Conſequenzen zu ganz unhaltbaren Widerſprüchen und zu einer zwieſpältigen (dualiſtiſchen) Naturauffaſſung, welche zu der überall wahrnehmbaren Einheit und Einfachheit der oberſten Naturgeſetze im entſchiedenſten Widerſpruch ſteht. Die Philoſophen, welche jener Teleologie huldigen, müſſen nothwendiger Weiſe zwei grundverſchiedene Naturen annehmen: eine anorgiſche Natur, welche durch mechaniſch wirkende Urſachen (causae efficientes), und eine organiſche Natur, welche im Ge-

genſatze zu erſterer durch zweckmäßig thätige Urſachen (causae finales) erklärt werden muß. (Vergl. S. 31.)

Dieſer Dualismus tritt uns auffallend entgegen, wenn wir die Naturanſchauung eines der größten deutſchen Philoſophen, Kant's, betrachten, und die Vorſtellungen in's Auge faſſen, welche er ſich von der Entſtehung der Organismen bildete. Eine nähere Betrachtung dieſer Vorſtellungen iſt hier ſchon deshalb geboten, weil wir in Immanuel Kant einen der wenigen Philoſophen verehren, welche eine gediegene naturwiſſenſchaftliche Bildung mit einer außerordentlichen Klarheit und Tiefe der Speculation verbinden. Der Königsberger Philoſoph erwarb ſich nicht bloß durch Begründung der kritiſchen Philoſophie den höchſten Ruhm unter den ſpeculativen Philoſophen, ſondern auch durch ſeine mechaniſche Kosmogenie einen glänzenden Namen unter den Naturforſchern. Schon im Jahre 1755 machte er in ſeiner „allgemeinen Naturgeſchichte und Theorie des Himmels*)“ den kühnen Verſuch, „die Verfaſſung und den mechaniſchen Urſprung des ganzen Weltgebäudes nach Newton'ſchen Grundſätzen abzuhandeln“, und mit Ausſchluß aller Wunder aus dem natürlichen Entwickelungsgange der Materie mechaniſch zu erklären. Dieſe Kantiſche Kosmogenie oder die „kosmologiſche Gastheorie“, welche wir nachher (im XIII. Vortrage) kurz erörtern werden, wurde ſpäterhin von dem franzöſiſchen Mathematiker Laplace und von dem engliſchen Aſtronomen Herſchel ausführlicher begründet und erfreut ſich noch heute einer faſt allgemeinen Anerkennung. Schon allein wegen dieſes wichtigen Werkes, in welchem exactes phyſikaliſches Wiſſen mit der geiſtvollſten Speculation gepaart iſt, verdient Kant den Ehrennamen eines Naturphiloſophen im beſten und reinſten Sinne des Wortes.

Nun findet ſich aber in verſchiedenen Schriften von Immanuel Kant, namentlich aus den jüngeren Jahren (von 1755—1775) eine Anzahl von höchſt wichtigen Ausſprüchen zerſtreut, welche uns dazu berechtigen, Kant neben Lamarck und Goethe als den erſten und bedeutendſten Vorläufer Darwin's her-

vorzuheben. Der treffliche Philoſoph Fritz Schultze in Jena hat ſich kürzlich das große Verdienſt erworben, dieſe wichtigen, aber ſehr verſteckten und wenig bekannten Stellen aus den Werken des großen Königsberger Philoſophen zu ſammeln und kritiſch zu erläutern. (Fritz Schultze, „Kant und Darwin, ein Beitrag zur Geſchichte der Entwickelungslehre" Jena, 1875.) Es geht daraus hervor, daß Kant bereits mit voller Klarheit den großen Gedanken der Natur-Einheit (S. 32, 46) und der allumfaſſenden einheitlichen Entwickelung erfaßt hatte; nicht allein behauptet er in Folge deſſen die Abſtammung der verſchiedenen Organismen von gemeinſamen Stammformen (Deſcendenz-Theorie!), die „Abartung von dem Urbilde der Stammgattung durch natürliche Wanderungen" (Migrations-Theorie! S. 65); ſondern er nimmt auch an (ſchon 1771!) „daß die urſprüngliche Gangart des Menſchen die vierfüßige geweſen iſt, daß die zweifüßige ſich erſt allmählich entwickelt und daß der Menſch erſt allmählich ſein Haupt über ſeine alten Kameraden, die Thiere, ſo ſtolz erhoben hat" (a. a. O. S. 47—50). Ja Kant iſt ſogar der Erſte, der das Princip des „Kampfes um's Daſein" und der „Selectionstheorie" entdeckt hat, wie wir nachher noch ſehen werden (a. a. O. S. 25, 56, 57, 61, 140 u. ſ. w.).

Wir würden daher unbedingt in der Geſchichte der Entwickelungslehre unſerem gewaltigen Königsberger Philoſophen den erſten Platz einräumen müſſen, wenn nicht leider dieſe bewunderungswürdigen moniſtiſchen Ideen des jungen Kant ſpäter durch den überwältigenden Einfluß der dualiſtiſchen chriſtlichen Weltanſchauung ganz zurückgedrängt worden wären. An ihre Stelle treten in den ſpäteren Schriften Kant's theils ganz unhaltbare dualiſtiſche Vorſtellungen, theils unklares Schwanken zwiſchen erſteren und letzteren. Wenn Sie Kant's Kritik der teleologiſchen Urtheilskraft, ſein angeſehenſtes biologiſches Werk, leſen, ſo gewahren Sie, daß er ſich bei Betrachtung der organiſchen Natur weſentlich immer auf dem teleologiſchen oder dualiſtiſchen Standpunkt erhält, während er für die anorgiſche Natur unbedingt und ohne Rückhalt die mechaniſche oder moni-

stische Erklärungsmethode annimmt. Er behauptet, daß sich im Gebiete der anorgischen Natur sämmtliche Erscheinungen aus mechanischen Ursachen, aus den bewegenden Kräften der Materie selbst erklären lassen, im Gebiete der organischen Natur dagegen nicht. In der gesammten Anorgologie (in der Geologie und Mineralogie, in der Meteorologie und Astronomie, in der Physik und Chemie der anorganischen Naturkörper) sollen alle Erscheinungen bloß durch Mechanismus (causa efficiens), ohne Dazwischenkunft eines Endzweckes erklärbar sein. In der gesammten Biologie dagegen, in der Botanik, Zoologie und Anthropologie, soll der Mechanismus nicht ausreichend sein, uns alle Erscheinungen zu erklären; vielmehr können wir dieselben nur durch Annahme einer zweckmäßig wirkenden Endursache (causa finalis) begreifen. An mehreren Stellen hebt Kant ausdrücklich hervor, daß man, von einem streng naturwissenschaftlich-philosophischen Standpunkt aus, für alle Erscheinungen ohne Ausnahme eine mechanische Erklärungsweise fordern müsse, und daß der Mechanismus allein eine wirkliche Erklärung einschließe. Zugleich meint er aber, daß gegenüber den belebten Naturkörpern, den Thieren und Pflanzen, unser menschliches Erkenntnißvermögen beschränkt sei, und nicht ausreiche, um hinter die eigentliche wirksame Ursache der organischen Vorgänge, insbesondere der Entstehung der organischen Formen, zu gelangen. Die Befugniß der menschlichen Vernunft zur mechanischen Erklärung aller Erscheinungen sei unbeschränkt, aber ihr Vermögen dazu begrenzt, indem man die organische Natur nur teleologisch betrachten könne.

Abweichend von diesem dualistischen Standpunkt behauptet Kant wieder an anderen Stellen die Nothwendigkeit einer genealogischen Auffassung des organischen Systems, wenn man überhaupt zu einem wissenschaftlichen Verständniß desselben gelangen wolle. Die wichtigste und merkwürdigste von diesen Stellen findet sich in der „Methodenlehre der teleologischen Urtheilskraft" (§. 79), welche 1790 in der „Kritik der Urtheilskraft" erschien. Bei dem außerordentlichen Interesse, welches diese Stelle sowohl für die Beurtheilung der Kan-

tiſchen Philoſophie, als für die Geſchichte der Deſcendenztheorie beſitzt, erlaube ich mir, Ihnen dieſelbe hier wörtlich mitzutheilen.

„Es iſt rühmlich, mittelſt einer comparativen Anatomie die große Schöpfung organiſirter Naturen durchzugehen, um zu ſehen: ob ſich daran nicht etwas einem Syſtem Aehnliches, und zwar dem Erzeugungsprincip nach, vorfinde, ohne daß wir nöthig haben, beim bloßen Beurtheilungsprincip, welches für die Einſicht ihrer Erzeugung keinen Aufſchluß giebt, ſtehen zu bleiben, und muthlos allen Anſpruch auf Natureinſicht in dieſem Felde aufzugeben. Die Uebereinkunft ſo vieler Thiergattungen in einem gewiſſen gemeinſamen Schema, das nicht allein in ihrem Knochenbau, ſondern auch in der Anordnung der übrigen Theile zum Grunde zu liegen ſcheint, wo bewunderungswürdige Einfalt des Grundriſſes durch Verkürzung einer und Verlängerung anderer, durch Entwickelung dieſer und Auswickelung jener Theile, eine ſo große Mannichfaltigkeit von Species hat hervorbringen können, läßt einen obgleich ſchwachen Strahl von Hoffnung ins Gemüth fallen, daß hier wohl Etwas mit dem Princip des Mechanismus der Natur, ohne das es ohnedies keine Naturwiſſenſchaft geben kann, auszurichten ſein möchte. Dieſe Analogie der Formen, ſofern ſie bei aller Verſchiedenheit einem gemeinſchaftlichen Urbilde gemäß erzeugt zu ſein ſcheinen, verſtärkt die Vermuthung einer wirklichen Verwandtſchaft derſelben in der Erzeugung von einer gemeinſchaftlichen Urmutter durch die ſtufenartige Annäherung einer Thiergattung zur anderen, von derjenigen an, in welcher das Princip der Zwecke am meiſten bewährt zu ſein ſcheint, nämlich dem Menſchen, bis zum Polyp, von dieſem ſogar bis zu Moſen und Flechten, und endlich zu der niedrigſten uns merklichen Stufe der Natur, zur rohen Materie: aus welcher und ihren Kräften nach mechaniſchen Geſetzen (gleich denen, danach ſie in Kryſtallerzeugungen wirkt) die ganze Technik der Natur, die uns in organiſirten Weſen ſo unbegreiflich iſt, daß wir uns dazu ein anderes Princip zu denken genöthigt glauben, abzuſtammen ſcheint. Hier ſteht es nun dem Archäologen der Natur frei, aus den übrig gebliebenen Spuren ihrer

älteſten Revolutionen, nach allem ihm bekannten oder gemuthmaßten Mechanismen derſelben, jene große Familie von Geſchöpfen (denn ſo müßte man ſie ſich vorſtellen, wenn die genannte, durchgängig zuſammenhängende Verwandtſchaft einen Grund haben ſoll) entſpringen zu laſſen."

Man muß darüber erſtaunen, wie tief und klar der große Denker hier die innere Nothwendigkeit der Abſtammungslehre erkannte, und ſie als den einzig möglichen Weg zur Erklärung der organiſchen Natur durch mechaniſche Geſetze, d. h. zu einer wahrhaft wiſſenſchaftlichen Erkenntniß bezeichnete. Sobald man indeſſen dieſe Stelle im Zuſammenhang mit dem übrigen Gedankengang der „Kritik der Urtheilskraft" betrachtet, und anderen geradezu widerſprechenden Stellen gegenüber hält, zeigt ſich deutlich, daß Kant in dieſen und einigen ähnlichen Sätzen über ſich ſelbſt hinausging und ſeinen in der Biologie gewöhnlich eingenommenen teleologiſchen Standpunkt verließ. Selbſt unmittelbar auf jenen wörtlich angeführten, bewunderungswürdigen Satz folgt ein Zuſatz, welcher demſelben die Spitze abbricht. Nachdem Kant ſo eben ganz richtig die „Entſtehung der organiſchen Formen aus der rohen Materie nach mechaniſchen Geſetzen (gleich denen der Kryſtallerzeugung)", ſowie eine ſtufenweiſe Entwickelung der verſchiedenen Species durch Abſtammung von einer gemeinſchaftlichen Urmutter behauptet hat, fügt er hinzu: „Allein er (der Archäolog der Natur, d. h. der Paläontolog) muß gleichwohl zu dem Ende dieſer allgemeinen Mutter eine auf alle dieſe Geſchöpfe zweckmäßig geſtellte Organiſation beilegen, widrigenfalls die Zweckform der Producte des Thier- und Pflanzenreichs ihrer Möglichkeit nach gar nicht zu denken iſt." Offenbar hebt dieſer Zuſatz den wichtigſten Grundgedanken des vorhergehenden Satzes, daß durch die Deſcendenztheorie eine rein mechaniſche Erklärung der organiſchen Natur möglich werde, vollſtändig wieder auf. Und daß dieſe teleologiſche Betrachtung der organiſchen Natur bei Kant vorherrſchte, zeigt ſchon die Ueberſchrift des merkwürdigen §. 79, welcher jene beiden widerſprechenden Sätze enthält: „Von der nothwendigen Unterordnung des Princips

des Mechanismus unter das teleologiſche in Erklärung eines Dinges als Naturzweck."

Am ſchärfſten ſpricht ſich Kant gegen die mechaniſche Erklärung der organiſchen Natur in folgender Stelle aus (§. 74): „Es iſt ganz gewiß, daß wir die organiſirten Weſen und deren innere Möglichkeit nach bloß mechaniſchen Principien der Natur nicht einmal zureichend kennen lernen, viel weniger uns erklären können, und zwar ſo gewiß, daß man dreiſt ſagen kann: Es iſt für Menſchen ungereimt, auch nur einen ſolchen Anſchlag zu faſſen, oder zu hoffen, daß noch etwa dereinſt ein Newton aufſtehen könne, der auch nur die Erzeugung eines Grashalms nach Naturgeſetzen, die keine Abſicht geordnet hat, begreiflich machen werde, ſondern man muß dieſe Einſicht dem Menſchen ſchlechterdings abſprechen." Nun iſt aber dieſer unmögliche Newton ſiebenzig Jahre ſpäter in Darwin wirklich erſchienen, und ſeine Selectionstheorie hat die Aufgabe thatſächlich gelöſt, die Kant für abſolut unlösbar hielt.

Im Anſchluß an Kant und an die deutſchen Naturphiloſophen, mit deren Entwickelungstheorie wir uns im vorhergehenden Vortrage beſchäftigt haben, erſcheint es gerechtfertigt, jetzt noch kurz einiger anderer deutſcher Naturforſcher und Philoſophen zu gedenken, welche im Laufe unſeres Jahrhunderts mehr oder minder beſtimmt gegen die herrſchenden teleologiſchen Schöpfungsvorſtellungen ſich auflehnten, und den mechaniſchen Grundgedanken der Abſtammungslehre geltend machten. Bald waren es mehr allgemeine philoſophiſche Betrachtungen, bald mehr beſondere empiriſche Wahrnehmungen, welche dieſe denkenden Männer auf die Vorſtellung brachten, daß die einzelnen organiſchen Species von gemeinſamen Stammformen abſtammen müßten. Unter ihnen will ich zunächſt den großen deutſchen Geologen Leopold Buch hervorheben. Wichtige Beobachtungen über die geographiſche Verbreitung der Pflanzen führten ihn in ſeiner trefflichen „phyſikaliſchen Beſchreibung der canariſchen Inſeln" zu folgendem merkwürdigen Ausſpruch:

„Die Individuen der Gattungen auf Continenten breiten ſich aus,

entfernen ſich weit, bilden durch Verſchiedenheit der Standörter, Nahrung und Boden Varietäten, welche, in ihrer Entfernung nie von anderen Varietäten gekreuzt und dadurch zum Haupttypus zurückgebracht, endlich conſtant und zur eignen Art werden. Dann erreichen ſie vielleicht auf anderen Wegen auf das Neue die ebenfalls veränderte vorige Varietät, beide nun als ſehr verſchiedene und ſich nicht wieder mit einander vermiſchende Arten. Nicht ſo auf Inſeln. Gewöhnlich in enge Thäler, oder in den Bezirk ſchmaler Zonen gebannt, können ſich die Individuen erreichen und jede geſuchte Fixirung einer Varietät wieder zerſtören. Es iſt dies ungefähr ſo, wie Sonderbarkeiten oder Fehler der Sprache zuerſt durch das Haupt einer Familie, dann durch Verbreitung dieſer ſelbſt, über einen ganzen Diſtrict einheimiſch werden. Iſt dieſer abgeſondert und iſolirt, und bringt nicht die ſtete Verbindung mit andern die Sprache auf ihre vorherige Reinheit zurück, ſo wird aus dieſer Abweichung ein Dialect. Verbinden natürliche Hinderniſſe, Wälder, Verfaſſung, Regierung, die Bewohner des abweichenden Diſtricts noch enger, und trennen ſie ſich noch ſchärfer von den Nachbarn, ſo fixirt ſich der Dialect, und es wird eine völlig verſchiedene Sprache.“ (Ueberſicht der Flora auf den Canarien, S. 133.)

Sie ſehen, daß Buch hier auf den Grundgedanken der Abſtammungslehre durch die Erſcheinungen der Pflanzengeographie geführt wird, ein biologiſches Gebiet, welches in der That eine Maſſe von Beweiſen zu Gunſten derſelben liefert. Darwin hat dieſe Beweiſe in zwei beſonderen Capiteln ſeines Werkes (dem elften und zwölften) ausführlich erörtert. Buch's Bemerkung iſt aber auch deshalb von Intereſſe, weil ſie uns auf die äußerſt lehrreiche Vergleichung der verſchiedenen Sprachzweige und der Organismenarten führt, eine Vergleichung, welche ſowohl für die vergleichende Sprachwiſſenſchaft, als für die vergleichende Thier- und Pflanzenkunde vom größten Nutzen iſt. Gleichwie z. B. die verſchiedenen Dialecte, Mundarten, Sprachäſte und Sprachzweige der deutſchen, ſlaviſchen, griechiſch-lateiniſchen und iraniſch-indiſchen Grundſprache von einer einzigen gemeinſchaftlichen indogermaniſchen Urſprache abſtammen, und gleichwie ſich deren

Unterſchiede durch die Anpaſſung, ihre gemeinſamen Grundcharaktere durch die Vererbung erklären, ſo ſtammen auch die verſchiedenen Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen und Claſſen der Wirbelthiere von einer einzigen gemeinſchaftlichen Wirbelthierform ab; auch hier iſt die Anpaſſung die Urſache der Verſchiedenheiten, die Vererbung die Urſache des gemeinſamen Grundcharakters. Dieſer intereſſante Parallelismus in der divergenten Entwickelung der Sprach-Formen und der Organismen-Formen iſt in ſehr einleuchtender Weiſe von einem unſerer erſten vergleichenden Sprachforſcher erörtert worden, von dem genialen Auguſt Schleicher, der namentlich den Stammbaum der indogermaniſchen Sprachen in der ſcharfſinnigſten Weiſe phylogenetiſch entwickelt hat[6]).

Von anderen hervorragenden deutſchen Naturforſchern, die ſich mehr oder minder beſtimmt für die Deſcendenztheorie ausſprachen, und die auf ganz verſchiedenen Wegen zu derſelben hingeführt wurden, habe ich zunächſt Carl Ernſt Baer zu nennen, den großen Reformator der thieriſchen Entwickelungsgeſchichte. In einem 1834 gehaltenen Vortrage, betitelt: „Das allgemeinſte Geſetz der Natur in aller Entwickelung", erläutert derſelbe vortrefflich, daß nur eine ganz kindiſche Naturbetrachtung die organiſchen Arten als bleibende und unveränderliche Typen anſehen könne, und daß im Gegentheil dieſelben nur vorübergehende Zeugungsreihen ſein können, die durch Umbildung aus gemeinſamen Stammformen ſich entwickelt haben. Dieſelbe Anſicht begründete Baer ſpäter (1859) durch die Geſetze der geographiſchen Verbreitung der Organismen.

J. M. Schleiden, welcher vor 40 Jahren hier in Jena durch ſeine ſtreng empiriſch-philoſophiſche und wahrhaft wiſſenſchaftliche Methode eine neue Epoche für die Pflanzenkunde begründete, erläuterte in ſeinen bahnbrechenden Grundzügen der wiſſenſchaftlichen Botanik die philoſophiſche Bedeutung des organiſchen Speciesbegriffes, und zeigte, daß derſelbe nur in dem allgemeinen Geſetze der Specification ſeinen ſubjectiven Urſprung habe[7]). Die verſchiedenen Pflanzenarten ſind nur die ſpecificirten Producte der Pflanzenbildungstriebe,

welche durch die verschiedenen Combinationen der Grundkräfte der organischen Materie entstehen.

Der ausgezeichnete Wiener Botaniker F. Unger wurde durch seine gründlichen und umfassenden Untersuchungen über die ausgestorbenen Pflanzenarten zu einer paläontologischen Entwickelungsgeschichte des Pflanzenreichs geführt, welche den Grundgedanken der Abstammungslehre klar ausspricht. In seinem „Versuch einer Geschichte der Pflanzenwelt" (1852) behauptet er die Abstammung aller verschiedenen Pflanzenarten von einigen wenigen Stammformen, und vielleicht von einer einzigen Urpflanze, einer einfachsten Pflanzenzelle. Er zeigt, daß diese Anschauungsweise von dem genetischen Zusammenhang aller Pflanzenformen nicht nur physiologisch nothwendig, sondern auch empirisch begründet sei[5]).

In der Einleitung zu dem 1853 erschienenen „System der thierischen Morphologie" von Victor Carus steht folgender Ausspruch: „Die in den ältesten geologischen Lagern begrabenen Organismen sind als die Urahnen zu betrachten, aus denen durch fortgesetzte Zeugung und Accomodation an progressiv sehr verschiedene Lebensverhältnisse der Formenreichthum der jetzigen Schöpfung entstand."

In demselben Jahre (1853) erklärte sich der Bonner Anthropologe Schaffhausen in einem Aufsatze „über Beständigkeit und Umwandlung der Arten" entschieden zu Gunsten der Descendenztheorie. Die lebenden Pflanzen- und Thierarten sind nach ihm die umgebildeten Nachkommen der ausgestorbenen Species, aus denen sie durch allmähliche Abänderung entstanden sind. Das Auseinanderweichen (die Divergenz oder Sonderung) der nächstverwandten Arten geschieht durch Zerstörung der verbindenden Zwischenstufen. Auch für den thierischen Ursprung des Menschengeschlechts und seine allmähliche Entwickelung aus affenähnlichen Thieren, die wichtigste Consequenz der Abstammungslehre, sprach sich Schaffhausen (1857) aus.

Endlich ist von deutschen Naturphilosophen noch besonders Louis

Büchner hervorzuheben, welcher in ſeinem berühmten Buche „Kraft und Stoff“ 1855 ebenfalls die Grundzüge der Deſcendenztheorie ſelbſtſtändig entwickelte, und zwar vorzüglich auf Grund der unwiderleglichen empiriſchen Zeugniſſe, welche uns die paläontologiſche und die individuelle Entwickelung der Organismen, ſowie ihre vergleichende Anatomie, und der Parallelismus dieſer Entwickelungsreihen liefert. Büchner zeigte ſehr einleuchtend, daß ſchon hieraus eine Entwickelung der verſchiedenen organiſchen Species aus gemeinſamen Staminformen nothwendig folge, und daß die Entſtehung dieſer urſprünglichen Stammformen nur durch Urzeugung denkbar ſei[19]).

An der Spitze der franzöſiſchen Naturphiloſophie ſteht Jean Lamarck, welcher in der Geſchichte der Abſtammungslehre neben Darwin und Goethe den erſten Platz einnimmt. Ihm wird der unſterbliche Ruhm bleiben, zum erſten Male die Deſcendenztheorie als ſelbſtſtändige wiſſenſchaftliche Theorie erſten Ranges durchgeführt und als die naturphiloſophiſche Grundlage der ganzen Biologie feſtgeſtellt zu haben. Obwohl Lamarck bereits 1744 geboren wurde, begann er doch mit Veröffentlichung ſeiner Theorie erſt im Beginn unſeres Jahrhunderts, im Jahre 1801, und begründete dieſelbe erſt ausführlicher 1809, in ſeiner claſſiſchen „Philosophie zoologique“ [20]). Dieſes bewunderungswürdige Werk iſt die erſte zuſammenhängende und ſtreng bis zu allen Conſequenzen durchgeführte Darſtellung der Abſtammungslehre. Durch die rein mechaniſche Betrachtungsweiſe der organiſchen Natur und die ſtreng philoſophiſche Begründung von deren Nothwendigkeit erhebt ſich Lamarck's Werk weit über die vorherrſchend dualiſtiſchen Anſchauungen ſeiner Zeit, und bis auf Darwin's Werk, welches gerade ein halbes Jahrhundert ſpäter erſchien, finden wir kein zweites, welches wir in dieſer Beziehung der Philosophie zoologique an die Seite ſetzen könnten. Wie weit dieſelbe ihrer Zeit vorauseilte, geht wohl am beſten daraus hervor, daß ſie von den Meiſten gar nicht verſtanden und fünfzig Jahre hindurch todtgeſchwiegen wurde. Lamarck's größter Gegner, Cuvier, erwähnt in ſeinem Bericht über die Fortſchritte der Naturwiſſenſchaften, in welchem die

Digitized by Google

unbedeutendſten anatomiſchen Unterſuchungen Aufnahme fanden, dieſes epochemachende Werk mit keinem Worte. Auch Goethe, welcher ſich ſo lebhaft für die franzöſiſche Naturphiloſophie, für „die Gedanken der verwandten Geiſter jenſeits des Rheins", intereſſirte, gedenkt Lamarck's nirgends und ſcheint die Philosophie zoologique gar nicht gekannt zu haben. Den hohen Ruf, welchen Lamarck ſich als Naturforſcher erwarb, verdankt derſelbe nicht ſeinem höchſt bedeutenden allgemeinen Werke, ſondern zahlreichen ſpeciellen Arbeiten über niedere Thiere, insbeſondere Mollusken, ſowie einer ausgezeichneten „Naturgeſchichte der wirbelloſen Thiere", welche 1815—1822 in ſieben Bänden erſchien. Der erſte Band dieſes berühmten Werkes (1815) enhält in der allgemeinen Einleitung ebenfalls eine ausführliche Darſtellung ſeiner Abſtammungslehre. Von der ungemeinen Bedeutung der Philosophie zoologique kann ich Ihnen vielleicht keine beſſere Vorſtellung geben, als wenn ich hier daraus einige der wichtigſten Sätze wörtlich anführe:

„Die ſyſtematiſchen Eintheilungen, die Claſſen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten, ſowie deren Benennungen, ſind willkürliche Kunſterzeugniſſe des Menſchen. Die Arten oder Species der Organismen ſind von ungleichem Alter, nach einander entwickelt und zeigen nur relative, zeitweilige Beſtändigkeit; aus Varietäten gehen Arten hervor. Die Verſchiedenheit in den Lebensbedingungen wirkt verändernd auf die Organiſation, die allgemeine Form und die Theile der Thiere ein, ebenſo der Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe. Im erſten Anfang ſind nur die allereinfachſten und niedrigſten Thiere und Pflanzen entſtanden und erſt zuletzt diejenigen von der höchſt zuſammengeſetzten Organiſation. Der Entwickelungsgang der Erde und ihrer organiſchen Bevölkerung war ganz continuirlich, nicht durch gewaltſame Revolutionen unterbrochen. Das Leben iſt nur ein phyſikaliſches Phänomen. Alle Lebenserſcheinungen beruhen auf mechaniſchen, auf phyſikaliſchen und chemiſchen Urſachen, die in der Beſchaffenheit der organiſchen Materie ſelbſt liegen. Die einfachſten Thiere und die einfachſten Pflanzen, welche auf der tiefſten Stufe

der Organiſationsleiter ſtehen, ſind entſtanden und entſtehen noch heute durch Urzeugung (Generatio spontanea). Alle lebendigen Naturkörper oder Organismen ſind denſelben Naturgeſetzen wie die lebloſen Naturkörper oder die Anorgane unterworfen. Die Ideen und Thätigkeiten des Verſtandes ſind Bewegungserſcheinungen des Centralnervenſyſtems. Der Wille iſt in Wahrheit niemals frei. Die Vernunft iſt nur ein höherer Grad von Entwickelung und Verbindung der Urtheile."

Das ſind nun in der That erſtaunlich kühne, großartige und weitreichende Anſichten, welche Lamarck vor 70 Jahren in dieſen Sätzen niederlegte, und zwar zu einer Zeit, in welcher deren Begründung durch maſſenhafte Thatſachen nicht entfernt ſo, wie heutzutage, möglich war. Sie ſehen, daß Lamarck's Werk eigentlich ein vollſtändiges, ſtreng moniſtiſches (mechaniſches) Naturſyſtem iſt, daß alle wichtigen allgemeinen Grundſätze der moniſtiſchen Biologie bereits von ihm vertreten werden: Die Einheit der wirkenden Urſachen in der organiſchen und anorganiſchen Natur, der letzte Grund dieſer Urſachen in den chemiſchen und phyſikaliſchen Eigenſchaften der Materie, der Mangel einer beſonderen Lebenskraft oder einer organiſchen Endurſache; die Abſtammung aller Organismen von einigen wenigen, höchſt einfachen Stammformen oder Urweſen, welche durch Urzeugung aus anorganiſcher Materie entſtanden ſind; der zuſammenhängende Verlauf der ganzen Erdgeſchichte, der Mangel der gewaltſamen und totalen Erdrevolutionen, und überhaupt die Undenkbarkeit jedes Wunders, jedes übernatürlichen Eingriffs in den natürlichen Weltlauf.

Daß Lamarck's bewunderungswürdige Geiſtesthat faſt gar keine Anerkennung fand, liegt theils in der ungeheuren Weite des Rieſenſchritts, mit welchem er dem folgenden halben Jahrhundert vorauseilte, theils aber auch in der mangelhaften empiriſchen Begründung derſelben, und in der oft etwas einſeitigen Art ſeiner Beweisführung. Als die nächſten mechaniſchen Urſachen, welche die beſtändige Umbildung der organiſchen Formen bewirken, erkennt Lamarck

ganz richtig die Verhältniſſe der Anpaſſung an, während er die Formähnlichkeit der verſchiedenen Arten, Gattungen, Familien u. ſ. w. mit vollem Rechte auf ihre Blutsverwandtſchaft zurückführt, alſo durch die Vererbung erklärt. Die Anpaſſung beſteht nach ihm darin, daß die beſtändige langſame Veränderung der Außenwelt eine entſprechende Veränderung in den Thätigkeiten und dadurch auch weiter in den Formen der Organismen bewirkt. Das größte Gewicht legt er dabei auf die Wirkung der Gewohnheit, auf den Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Allerdings iſt dieſe, wie Sie ſpäter ſehen werden, für die Umbildung der organiſchen Formen von der höchſten Bedeutung. Allein in der Weiſe, wie Lamarck hieraus allein oder doch vorwiegend die Veränderung der Formen erklären wollte, iſt das meiſtens doch nicht möglich. Er ſagt z. B., daß der lange Hals der Giraffe entſtanden ſei durch das beſtändige Hinaufrecken des Halſes nach hohen Bäumen, und das Beſtreben, die Blätter von deren Aeſten zu pflücken; da die Giraffe meiſtens in trockenen Gegenden lebt, wo nur das Laub der Bäume ihr Nahrung gewährt, war ſie zu dieſer Thätigkeit gezwungen. Ebenſo ſind die langen Zungen der Spechte, Colibris und Ameiſenfreſſer durch die Gewohnheit entſtanden, ihre Nahrung aus engen, ſchmalen und tiefen Spalten oder Canälen herauszuholen. Die Schwimmhäute zwiſchen den Zehen der Schwimmfüße bei Fröſchen und anderen Waſſerthieren ſind lediglich durch das fortwährende Bemühen zu ſchwimmen, durch das Schlagen der Füße in das Waſſer, durch die Schwimmbewegungen ſelbſt entſtanden. Durch Vererbung auf die Nachkommen wurden dieſe Gewohnheiten befeſtigt und durch weitere Ausbildung derſelben ſchließlich die Organe ganz umgebildet. So richtig im Ganzen dieſer Grundgedanke iſt, ſo legt doch Lamarck zu ausſchließlich das Gewicht auf die Gewohnheit (Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe), allerdings eine der wichtigſten, aber nicht die einzige Urſache der Formveränderung. Dies kann uns jedoch nicht hindern, anzuerkennen, daß Lamarck die Wechſelwirkung der beiden organiſchen Bildungstriebe, der Anpaſſung und Vererbung, ganz richtig begriff. Nur fehlte ihm dabei das

äußerst wichtige Princip der „natürlichen Züchtung im Kampfe um das Dasein", welches Darwin erst 50 Jahre später aufstellte.

Als ein besonderes Verdienst Lamarck's ist nun noch hervorzuheben, daß er bereits versuchte, die Entwickelung des Menschengeschlechts aus anderen, zunächst affenartigen Säugethieren darzuthun. Auch hier war es wieder in erster Linie die Gewohnheit, der er den umbildenden, veredelnden Einfluß zuschrieb. Er nahm also an, daß die niedersten, ursprünglichen Urmenschen entstanden seien aus den menschenähnlichen Affen, indem die letzteren sich angewöhnt hätten, aufrecht zu gehen. Die Erhebung des Rumpfes, das beständige Streben, sich aufrecht zu erhalten, führte zunächst zu einer Umbildung der Gliedmaßen, zu einer stärkeren Differenzirung oder Sonderung der vorderen und hinteren Extremitäten, welche mit Recht als einer der wesentlichsten Unterschiede zwischen Menschen und Affen gilt. Hinten entwickelten sich Waden und platte Fußsohlen, vorn Greifarme und Hände. Der aufrechte Gang hatte zunächst eine freiere Umschau über die Umgebung zur Folge, und damit einen bedeutenden Fortschritt in der geistigen Entwickelung. Die Menschenaffen erlangten dadurch bald ein großes Uebergewicht über die anderen Affen, und weiterhin überhaupt über die umgebenden Organismen. Um die Herrschaft über diese zu behaupten, thaten sie sich in Gesellschaften zusammen, und es entwickelte sich, wie bei allen gesellig lebenden Thieren, das Bedürfniß einer Mittheilung ihrer Bestrebungen und Gedanken. So entstand das Bedürfniß der Sprache, deren anfangs rohe, ungegliederte Laute bald mehr und mehr in Verbindung gesetzt, ausgebildet und artikulirt wurden. Die Entwickelung der artikulirten Sprache war nun wieder der stärkste Hebel für eine weiter fortschreitende Entwickelung des Organismus und vor Allem des Gehirns, und so verwandelten sich allmählich und langsam die Affenmenschen in echte Menschen. Die wirkliche Abstammung der niedersten und rohesten Urmenschen von den höchst entwickelten Affen wurde also von Lamarck bereits auf das Bestimmteste behauptet, und durch eine Reihe der wichtigsten Beweisgründe unterstützt.

Als der bedeutendste der französischen Naturphilosopheu gilt gewöhnlich nicht Lamarck, sondern Etienne Geoffroy St. Hilaire (der Aeltere), geb. 1771, derjenige, für welchen auch Goethe sich besonders interessirte, und den wir oben bereits als den entschiedensten Gegner Cuvier's kennen gelernt haben. Er entwickelte seine Ideen von der Umbildung der organischen Species bereits gegen Ende des vorigen Jahrhunderts, veröffentlichte dieselben aber erst im Jahre 1828, und vertheidigte sie dann in den folgenden Jahren, besonders 1830, tapfer gegen Cuvier. Geoffroy S. Hilaire nahm im Wesentlichen die Descendenztheorie Lamarck's an, glaubte jedoch, daß die Umbildung der Thier- und Pflanzenarten weniger durch die eigene Thätigkeit des Organismus, (durch Gewohnheit, Uebung, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe) bewirkt werde, als vielmehr durch den „Monde ambiant", d. h. durch die beständige Veränderung der Außenwelt, insbesondere der Atmosphäre. Er faßt den Organismus gegenüber den Lebensbedingungen der Außenwelt mehr passiv oder leidend auf, Lamarck dagegen mehr activ oder handelnd. Geoffroy glaubt z. B., daß bloß durch Verminderung der Kohlensäure in der Atmosphäre aus eidechsenartigen Reptilien die Vögel entstanden seien, indem durch den größeren Sauerstoffgehalt der Athmungsproceß lebhafter und energischer wurde. Dadurch entstand eine höhere Bluttemperatur, eine gesteigerte Nerven- und Muskelthätigkeit, aus den Schuppen der Reptilien wurden die Federn der Vögel u. s. w. Auch dieser Vorstellung liegt ein richtiger Gedanke zu Grunde. Aber wenn auch gewiß die Veränderung der Atmosphäre, wie die Veränderung jeder andern äußern Existenzbedingung, auf den Organismus direct oder indirect umgestaltend einwirkt, so ist dennoch diese einzelne Ursache an sich viel zu unbedeutend, um ihr solche Wirkungen zuzuschreiben. Sie ist selbst unbedeutender, als die von Lamarck zu einseitig betonte Uebung und Gewohnheit. Das Hauptverdienst von Geoffroy besteht darin, dem mächtigen Einflusse von Cuvier gegenüber die einheitliche Naturanschauung, die Einheit der organischen Formbildung und den tiefen genealogischen Zusammen-

hang der verschiedenen organischen Gestalten geltend gemacht zu haben. Die berühmten Streitigkeiten zwischen den beiden großen Gegnern in der Pariser Academie, insbesondere die heftigen Conflicte am 22. Februar und am 19. Juli 1830, an denen Goethe den lebendigsten Antheil nahm, habe ich bereits in dem vorhergehenden Vortrage erwähnt (S. 77, 78). Damals blieb Cuvier der anerkannte Sieger, und seit jener Zeit ist in Frankreich sehr Wenig mehr für die weitere Entwickelung der Abstammungslehre, für den Ausbau einer monistischen Entwickelungstheorie, geschehen. Offenbar ist dies vorzugsweise dem hinderlichen Einflusse zuzuschreiben, welchen Cuvier's große Autorität ausübte. Noch heute sind die meisten französischen Naturforscher Schüler und blinde Anhänger Cuvier's. In keinem wissenschaftlich gebildeten Lande Europa's hat Darwin's Lehre so wenig gewirkt und ist so wenig verstanden worden, wie in Frankreich. Die Academie der Wissenschaften in Paris hat sogar den Vorschlag, Darwin zu ihrem Mitgliede zu ernennen, mehrmals verworfen, ehe sie sich selbst dieser höchsten Ehre für würdig erklärte. Unter den neueren französischen Naturforschern sind nur noch zwei angesehene Botaniker hervorzuheben, Naudin (1852) und Lecoq (1854), welche sich schon vor Darwin zu Gunsten der Veränderlichkeit und Umbildung der Arten auszusprechen wagten.

Nachdem wir nun die älteren Verdienste der deutschen und französischen Naturphilosophie um die Begründung der Abstammungslehre erörtert haben, wenden wir uns zu dem dritten großen Culturlande Europa's, zu dem freien England, welches seit dem Jahre 1859 der eigentliche Ausgangsheerd für die weitere Ausbildung und die definitive Feststellung der Entwickelungstheorie geworden ist. Im Anfange unseres Jahrhunderts haben die Engländer, welche jetzt so lebendig an jedem großen wissenschaftlichen Fortschritt der Menschheit Theil nehmen und die ewigen Wahrheiten der Naturwissenschaft in erster Linie fördern, an der festländischen Naturphilosophie und an deren bedeutendstem Fortschritte, der Descendenztheorie, nur wenig Antheil genommen. Fast der einzige ältere englische Naturforscher, den wir

hier zu nennen haben, ist Erasmus Darwin, der Großvater des Reformators der Descendenztheorie. Er veröffentlichte im Jahre 1794 unter dem Titel „Zoonomia“ ein naturphilosophisches Werk, in welchem er ganz ähnliche Ansichten, wie Goethe und Lamarck, ausspricht, ohne jedoch von diesen Männern damals irgend Etwas gewußt zu haben. Die Descendenztheorie lag schon damals gleichsam in der Luft. Auch Erasmus Darwin legt großes Gewicht auf die Umgestaltung der Thier- und Pflanzenarten durch ihre eigene Lebensthätigkeit, durch die Angewöhnung an veränderte Existenzbedingungen u. s. w. Sodann spricht sich im Jahre 1822 W. Herbert dahin aus, daß die Arten oder Species der Thiere und Pflanzen Nichts weiter seien, als beständig gewordene Varietäten oder Spielarten. Ebenso erklärte 1826 Grant in Edinburg, daß neue Arten durch fortdauernde Umbildung aus bestehenden Arten hervorgehen. 1841 behauptete Freke, daß alle organischen Wesen von einer einzigen Urform abstammen müßten. Ausführlicher und in sehr klarer philosophischer Form bewies 1852 Herbert Spencer die Nothwendigkeit der Abstammungslehre und begründete dieselbe näher in seinen 1858 erschienenen vortrefflichen „Essays“ und in den später veröffentlichten „Principles of Biology“ [44]). Derselbe hat zugleich das große Verdienst, die Entwickelungstheorie auf die Psychologie angewandt und gezeigt zu haben, daß auch die Seelenthätigkeiten und die Geisteskräfte nur stufenweise erworben und allmählich entwickelt werden konnten. Endlich ist noch hervorzuheben, daß 1859 der Erste unter den englischen Zoologen, Hurley, die Descendenztheorie als die einzige Schöpfungshypothese bezeichnete, welche mit der wissenschaftlichen Physiologie vereinbar sei. In demselben Jahre erschien die „Einleitung in die Tasmanische Flora“, worin der berühmte englische Botaniker Hooker die Descendenztheorie annimmt und durch wichtige eigene Beobachtungen unterstützt.

Sämmtliche Naturforscher und Philosophen, welche Sie in dieser kurzen historischen Uebersicht als Anhänger der Entwickelungstheorie kennen gelernt haben, gelangten im besten Falle zu der Anschauung,

daß alle verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten, die zu irgend einer Zeit auf der Erde gelebt haben und noch jetzt leben, die allmählich veränderten und umgebildeten Nachkommen von einer einzigen, oder von einigen wenigen, urſprünglichen, höchſt einfachen Stammformen ſind, welche letztere einſt durch Urzeugung (Generatio spontanea) aus anorganiſcher Materie entſtanden. Aber keiner von jenen Naturphiloſophen gelangte dazu, dieſen Grundgedanken der Abſtammungslehre urſächlich zu begründen, und die Umbildung der organiſchen Species durch den wahren Nachweis ihrer mechaniſchen Urſachen wirklich zu erklären. Dieſe ſchwierigſte Aufgabe vermochte erſt Charles Darwin zu löſen, und hierin liegt die weite Kluft, welche denſelben von ſeinen Vorgängern trennt.

Das außerordentliche Verdienſt Charles Darwin's iſt nach meiner Anſicht ein doppeltes: er hat erſtens die Abſtammungslehre, deren Grundgedanken ſchon Goethe und Lamarck klar ausſprachen, viel umfaſſender entwickelt, viel eingehender verfolgt und viel ſtrenger im Zuſammenhang durchgeführt, als alle ſeine Vorgänger; und er hat zweitens eine neue Theorie aufgeſtellt, welche uns die natürlichen Urſachen der organiſchen Entwickelung, die wahren bewirkenden Urſachen der organiſchen Formbildung, der Veränderungen und Umformungen der Thier- und Pflanzenarten enthüllt. Das iſt die Theorie von der natürlichen Züchtung (Selectio naturalis).

Wenn Sie bedenken, daß faſt die geſammte Biologie vor Darwin den entgegengeſetzten Anſchauungen huldigte, und daß faſt bei allen Zoologen und Botanikern die abſolute Selbſtſtändigkeit der organiſchen Species als ſelbſtverſtändliche Vorausſetzung aller Formbetrachtungen galt, ſo werden Sie jenes doppelte Verdienſt Darwin's gewiß nicht gering anſchlagen. Das falſche Dogma von der Beſtändigkeit und unabhängigen Erſchaffung der einzelnen Arten hatte eine ſo hohe Autorität und eine ſo allgemeine Geltung gewonnen, und wurde außerdem durch den trügenden Augenſchein bei oberflächlicher Betrachtung ſo ſehr begünſtigt, daß wahrlich kein geringer Grad von Muth, Kraft und Verſtand dazu gehörte, ſich reformatoriſch gegen jenes allmächtige

Dogma zu erheben und das künſtlich darauf errichtete Lehrgebäude zu zertrümmern. Außerdem brachte uns aber Darwin noch den neuen und höchſt wichtigen Grundgedanken der „natürlichen Züchtung".

Man muß dieſe beiden Punkte ſcharf unterſcheiden, — freilich geſchieht es gewöhnlich nicht, — man muß ſcharf unterſcheiden erſtens die Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie von Lamarck, welche bloß behauptet, daß alle Thier- und Pflanzenarten von gemeinſamen, einfachſten, ſpontan entſtandenen Urformen abſtammen — und zweitens die Züchtungslehre oder Selectionstheorie von Darwin, welche uns zeigt, warum dieſe fortſchreitende Umbildung der organiſchen Geſtalten ſtattfand, welche mechaniſch wirkenden Urſachen die ununterbrochene Neubildung und immer größere Mannichfaltigkeit der Thiere und Pflanzen bedingen.

Eine gerechte Würdigung kann Darwin's unſterbliches Verdienſt erſt ſpäter erwarten, wenn die Entwickelungstheorie, nach Ueberwindung aller entgegengeſetzten Schöpfungstheorien, als das oberſte Erklärungsprincip der Anthropologie, und dadurch aller anderen Wiſſenſchaften, anerkannt ſein wird. Gegenwärtig, wo in dem heiß entbrannten Kampfe um die Wahrheit Darwin's Name den Anhängern der natürlichen Entwickelungstheorie als Parole dient, wird ſein Verdienſt in entgegengeſetzter Richtung verkannt, indem die Einen es ebenſo überſchätzen, als es die Anderen herabſetzen.

Ueberſchätzt wird Darwin's Verdienſt, wenn man ihn als den Begründer der Deſcendenztheorie oder gar der geſammten Entwickelungstheorie bezeichnet. Wie Sie aus der hiſtoriſchen Darſtellung dieſes und der vorhergehenden Vorträge bereits entnommen haben, iſt die Entwickelungstheorie als ſolche nicht neu; alle Naturphiloſophen, welche ſich nicht dem blinden Dogma einer übernatürlichen Schöpfung gebunden überliefern wollten, mußten eine natürliche Entwickelung annehmen. Aber auch die Deſcendenztheorie, als der umfaſſende biologiſche Theil der univerſalen Entwickelungstheorie, wurde von Lamarck bereits ſo klar ausgeſprochen, und bis zu den wichtigſten Conſequenzen ausgeführt, daß wir ihn als den eigentlichen Begründer der-

ſelben verehren müſſen. Daher darf nicht die Deſcendenztheorie als Darwinismus bezeichnet werden, ſondern nur die Selectionstheorie.

Unterſchätzt wird Darwin's Verdienſt natürlich von allen ſeinen Gegnern. Doch kann man von wiſſenſchaftlichen Gegnern deſſelben, die durch gründliche biologiſche Bildung zur Abgabe eines Urtheils legitimirt wären, eigentlich nicht mehr reden. Denn unter allen gegen Darwin und die Deſcendenztheorie veröffentlichten Schriften kann mit Ausnahme derjenigen von Agaſſiz keine einzige Anſpruch überhaupt auf Berückſichtigung, geſchweige denn Widerlegung erheben; ſo offenbar ſind ſie alle entweder ohne gründliche Kenntniß der biologiſchen Thatſachen, oder ohne klares philoſophiſches Verſtändniß derſelben geſchrieben. Um die Angriffe von Theologen und anderen Laien aber, die überhaupt Nichts von der Natur wiſſen, brauchen wir uns nicht weiter zu kümmern.

Der einzige hervorragende wiſſenſchaftliche Gegner, der bis vor Kurzem noch Darwin und der ganzen Entwickelungstheorie gegenüberſtand, deſſen principielle Oppoſition aber freilich auch nur als philoſophiſche Curioſität Beachtung verdiente, war Louis Agaſſiz. In der 1869 in Paris erſchienenen franzöſiſchen Ueberſetzung ſeines vorher von uns betrachteten „Essay on classification“ [3]), hat Agaſſiz ſeinen ſchon früher vielfach geäußerten Gegenſatz gegen den „Darwinismus“ in die entſchiedenſte Form gebracht. Er hat dieſer Ueberſetzung einen beſonderen, 16 Seiten langen Abſchnitt angehängt, welcher den Titel führt: „Le Darwinisme. Classification de Haeckel.“ In dieſem ſonderbaren Capitel ſtehen die wunderlichſten Dinge zu leſen, wie z. B.: „Die Darwin'ſche Idee iſt eine Conception a priori. — Der Darwinismus iſt eine Traveſtie der Thatſachen. — Der Darwinismus ſchließt faſt die ganze Maſſe der erworbenen Kenntniſſe aus, um nur das zurückzubehalten und ſich zu aſſimiliren, was ſeiner Doctrin dienen kann!“

Das heißt denn doch die ganze Sachlage vollſtändig auf den Kopf ſtellen! Der Biologe, der die Thatſachen kennt, muß über den Muth erſtaunen, mit dem Agaſſiz ſolche Sätze ausſpricht, Sätze,

an denen kein wahrer Buchſtabe iſt, und die er ſelbſt nicht glauben kann! Die unerſchütterliche Stärke der Deſcendenztheorie liegt gerade darin, daß ſämmtliche biologiſche Thatſachen eben nur durch ſie erklärbar ſind, ohne ſie dagegen unverſtändliche Wunder bleiben. Alle unſere „erworbenen Kenntniſſe" in der vergleichenden Anatomie und Phyſiologie, in der Embryologie und Paläontologie, in der Lehre von der geographiſchen und topographiſchen Verbreitung der Organismen u. ſ. w., ſie ſind alle unwiderlegliche Zeugniſſe für die Wahrheit der Deſcendenztheorie.

Mit Louis Agaſſiz iſt im December 1873 der letzte Gegner des Darwinismus in's Grab geſtiegen, der überhaupt wiſſenſchaftliche Beachtung verdiente. Seine letzte Schrift (erſt nach ſeinem Tode in dem „Atlantic Monthly" vom Januar 1874 erſchienen) behandelt die „Entwickelung und Permanenz des Typus" und iſt ſpeciell gegen Darwin's Ideen und gegen meine phylogenetiſchen Theorien gerichtet. Die außerordentliche Schwäche dieſes letzten Verſuches, der den Kern der Sache gar nicht berührt, beweiſt deutlicher, als alles Andere, daß das Arſenal unſerer Gegner völlig erſchöpft iſt.

Ich habe in meiner generellen Morphologie [*]) und beſonders im ſechſten Buche derſelben (in der generellen Phylogenie) den „Essay on classification" von Agaſſiz in allen weſentlichen Punkten eingehend widerlegt. In meinem 24ſten Capitel habe ich demjenigen Abſchnitte, den er ſelbſt für den wichtigſten hielt (über die Gruppenſtufen oder Kategorien des Syſtems) eine ſehr ausführliche und ſtreng wiſſenſchaftliche Erörterung gewidmet, und gezeigt, daß dieſer ganze Abſchnitt ein reines Luftſchloß, ohne jede Spur von realer Begründung iſt. Agaſſiz hat ſich aber wohl gehütet, auf dieſe Widerlegung irgendwie einzugehen, wie er ja auch nicht im Stande war, irgend etwas Stichhaltiges dagegen vorzubringen. Er kämpfte nicht mit Beweisgründen, ſondern mit Phraſen! Eine derartige Gegnerſchaft wird aber den vollſtändigen Sieg der Entwickelungstheorie nicht aufhalten, ſondern nur beſchleunigen!

Digitized by Google

Sechſter Vortrag.

Entwickelungstheorie von Lyell und Darwin.

Charles Lyell's Grundſätze der Geologie. Seine natürliche Entwickelungsgeſchichte der Erde. Entſtehung der größten Wirkungen durch Summirung der kleinſten Urſachen. Unbegrenzte Länge der geologiſchen Zeiträume. Lyell's Widerlegung der Cuvier'ſchen Schöpfungsgeſchichte. Begründung des ununterbrochenen Zuſammenhangs der geſchichtlichen Entwickelung durch Lyell und Darwin. Biographiſche Notizen über Charles Darwin. Seine wiſſenſchaftlichen Werke. Seine Korallenriffiheorie. Entwickelung der Selectionstheorie. Ein Brief von Darwin. Gleichzeitige Veröffentlichung der Selectionstheorie von Charles Darwin und Alfred Wallace. Darwin's Studium der Hausthiere und Culturpflanzen. Andreas Wagner's Anſicht von der beſonderen Schöpfung der Culturorganismen für den Menſchen. Der Baum des Erkenntniſſes im Paradies. Vergleichung der wilden und der Culturorganismen. Darwin's Studium der Haustauben Bedeutung der Taubenzucht. Gemeinſame Abſtammung aller Taubenraſſen.

Meine Herren! In den letzten drei Jahrzehnten, welche vor dem Erſcheinen von Darwin's Werk verfloſſen, vom Jahre 1830 bis 1859, blieben in den organiſchen Naturwiſſenſchaften die Schöpfungsvorſtellungen durchaus herrſchend, welche von Cuvier eingeführt waren. Man bequemte ſich zu der unwiſſenſchaftlichen Annahme, daß im Verlaufe der Erdgeſchichte eine Reihe von unerklärlichen Erdrevolutionen periodiſch die ganze Thier- und Pflanzenwelt vernichtet habe, und daß am Ende jeder Revolution, beim Beginne einer neuen Periode, eine neue, vermehrte und verbeſſerte Auflage der organiſchen Bevölkerung erſchienen ſei. Trotzdem die Anzahl dieſer Schöpfungsauflagen

durchaus ſtreitig und in Wahrheit gar nicht feſtzuſtellen war, trotzdem die zahlreichen Fortſchritte, welche in allen Gebieten der Zoologie und Botanik während dieſer Zeit gemacht wurden, auf die Unhaltbarkeit jener bodenloſen Hypotheſe Cuvier's und auf die Wahrheit der natürlichen Entwickelungstheorie Lamarck's immer dringender hinwieſen, blieb dennoch die erſtere faſt allgemein bei den Biologen in Geltung. Dies iſt vor Allem der hohen Autorität zuzuſchreiben, welche ſich Cuvier erworben hatte, und es zeigt ſich hier wieder ſchlagend, wie ſchädlich der Glaube an eine beſtimmte Autorität dem Entwickelungsleben der Menſchen wird — die Autorität von der Goethe einmal treffend ſagt: daß ſie im Einzelnen verewigt, was einzeln vorübergehen ſollte, daß ſie ablehnt und an ſich vorübergehen läßt, was feſtgehalten werden ſollte, und daß ſie hauptſächlich Schuld iſt, wenn die Menſchheit nicht vom Flecke kommt.

Nur durch das große Gewicht von Cuvier's Autorität, und durch die gewaltige Macht der menſchlichen Trägheit, welche ſich ſchwer entſchließt, von dem breitgetretenen Wege der alltäglichen Vorſtellungen abzugehen und neue, noch nicht bequem gebahnte Pfade zu betreten, läßt es ſich begreifen, daß Lamarck's Deſcendenztheorie erſt 1859 zur Geltung gelangte, nachdem Darwin ihr ein neues Fundament gegeben hatte. Der empfängliche Boden für dieſelbe war längſt vorbereitet, ganz beſonders durch das Verdienſt eines anderen engliſchen Naturforſchers, des 1875 geſtorbenen Charles Lyell, auf deſſen hohe Bedeutung für die „natürliche Schöpfungsgeſchichte" wir hier nothwendig einen Blick werfen müſſen.

Unter dem Titel: Grundſätze der Geologie (Principles of geology)[1]) veröffentlichte Charles Lyell 1830 ein Werk, welches die Geologie, die Entwickelungsgeſchichte der Erde, von Grund aus umgeſtaltete, und dieſelbe in ähnlicher Weiſe reformirte, wie 30 Jahre ſpäter Darwin's Werk die Biologie. Lyell's epochemachendes Buch, welches Cuvier's Schöpfungshypotheſe an der Wurzel zerſtörte, erſchien in demſelben Jahre, in welchem Cuvier ſeine großen Triumphe über die Naturphiloſophie feierte, und ſeine Oberherrſchaft

über das morphologiſche Gebiet auf drei Jahrzehnte hinaus befeſtigte. Cuvier hatte durch ſeine künſtliche Schöpfungshypotheſe und die damit verbundene Kataſtrophen-Theorie einer natürlichen Entwickelungstheorie geradezu den Weg verlegt und den Faden der natürlichen Erklärung abgeſchnitten. Lyell brach derſelben wieder freie Bahn, und führte einleuchtend den geologiſchen Beweis, daß jene dualiſtiſchen Vorſtellungen Cuvier's ebenſowohl ganz unbegründet, als auch ganz überflüſſig ſeien. Er wies nach, daß diejenigen Veränderungen der Erdoberfläche, welche noch jetzt unter unſern Augen vor ſich gehen, vollkommen hinreichend ſeien, Alles zu erklären, was wir von der Entwickelung der Erdrinde überhaupt wiſſen; und daß es vollſtändig überflüſſig und unnütz ſei, in räthſelhaften Revolutionen die unerklärlichen Urſachen dafür zu ſuchen. Er zeigte, daß man weiter Nichts zu Hülfe zu nehmen brauche, als außerordentlich lange Zeiträume, um die Entſtehung des Baues der Erdrinde auf die einfachſte und natürlichſte Weiſe aus denſelben Urſachen zu erklären, welche noch heutzutage wirkſam ſind. Viele Geologen hatten ſich früher gedacht, daß die höchſten Gebirgsketten, welche auf der Erdoberfläche hervortreten, ihren Urſprung nur ungeheuren, einen großen Theil der Erdoberfläche umgeſtaltenden Revolutionen, insbeſondere coloſſalen vulkaniſchen Ausbrüchen verdanken könnten. Solche Bergketten z. B. wie die Alpen, oder wie die Cordilleren, ſollten auf einmal aus dem feuerflüſſigen Erdinnern durch einen ungeheuren Spalt der weit geborſtenen Erdrinde emporgeſtiegen ſein. Lyell zeigte dagegen, daß wir uns die Entwickelung ſolcher ungeheuren Gebirgsketten ganz natürlich aus denſelben langſamen, unmerklichen Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche erklären können, die noch jetzt fortwährend vor ſich gehen, und deren Urſachen keineswegs wunderbar ſind. Wenn dieſe Senkungen und Hebungen auch vielleicht im Jahrhundert nur ein paar Zoll oder höchſtens einige Fuß betragen, ſo können ſie doch bei einer Dauer von einigen Jahr-Millionen vollſtändig genügen, um die höchſten Gebirgsketten hervortreten zu laſſen, ohne daß dazu jene räthſelhaften und unbegreiflichen Revolutionen nöthig wären.

Auch die meteorologische Thätigkeit der Atmosphäre, die Wirksamkeit des Regens und des Schnees, ferner die Brandung der Küste, welche an und für sich nur unbedeutend zu wirken scheinen, müssen die größten Veränderungen hervorbringen, wenn man nur hinlänglich große Zeiträume für deren Wirksamkeit in Anspruch nimmt. Die Summirung der kleinsten Ursachen bringt die größten Wirkungen hervor. Der Wassertropfen höhlt den Stein aus.

Auf die unermeßliche Länge der geologischen Zeiträume, welche hierzu erforderlich sind, müssen wir nothwendig später noch einmal zurückkommen, da, wie Sie sehen werden, auch für Darwin's Theorie, eben so wie für diejenige Lyell's, die Annahme ganz ungeheurer Zeitmaaße absolut unentbehrlich ist. Wenn die Erde und ihre Organismen sich wirklich auf natürlichem Wege entwickelt haben, so muß diese langsame und allmähliche Entwickelung jedenfalls eine Zeitdauer in Anspruch genommen haben, deren Vorstellung unser Fassungsvermögen gänzlich übersteigt. Da Viele aber gerade hierin eine Hauptschwierigkeit jener Entwickelungstheorien erblicken, so will ich jetzt schon vorausgreifend bemerken, daß wir nicht einen einzigen vernünftigen Grund haben, irgend wie uns die hierzu erforderliche Zeit beschränkt zu denken. Wenn nicht allein viele Laien, sondern selbst hervorragende Naturforscher, als Haupteinwand gegen diese Theorien einwerfen, daß dieselben willkürlich zu lange Zeiträume in Anspruch nähmen, so ist dieser Einwand kaum zu begreifen. Denn es ist absolut nicht einzusehen, was uns in der Annahme derselben irgendwie beschränken sollte. Wir wissen längst allein schon aus dem Bau der geschichteten Erdrinde, daß die Entstehung derselben, der Absatz der neptunischen Gesteine aus dem Wasser, allermindestens mehrere Millionen Jahre gedauert haben muß. Ob wir aber hypothetisch für diesen Proceß zehn Millionen oder zehntausend Billionen Jahre annehmen, ist vom Standpunkte der strengsten Naturphilosophie gänzlich gleichgültig. Vor uns und hinter uns liegt die Ewigkeit. Wenn sich bei Vielen gegen die Annahme von so ungeheuren Zeiträumen das Gefühl sträubt, so ist das die Folge der

falschen Vorstellungen, welche uns von frühester Jugend an über die angeblich kurze, nur wenige Jahrtausende umfassende Geschichte der Erde eingeprägt werden. Wie Albert Lange in seiner vortrefflichen Geschichte des Materialismus[12]) schlagend beweist, ist es vom streng kritischen Standpunkte aus jeder naturwissenschaftlichen Hypothese viel eher erlaubt, die Zeiträume zu groß, als zu klein anzunehmen. Jeder Entwickelungsvorgang läßt sich um so eher begreifen, je längere Zeit er dauert. Ein kurzer und beschränkter Zeitraum für denselben ist von vornherein das Unwahrscheinlichste.

Wir haben hier nicht Zeit, auf Lyell's vorzügliches Werk näher einzugehen, und wollen daher bloß das wichtigste Resultat desselben hervorheben, daß es nämlich Cuvier's Schöpfungsgeschichte mit ihren mythischen Revolutionen gründlich widerlegte, und an deren Stelle einfach die beständige langsame Umbildung der Erdrinde durch die fortdauernde Thätigkeit der noch jetzt auf die Erdoberfläche wirkenden Kräfte setzte, die Thätigkeit des Wassers und des vulkanischen Erdinnern. Lyell wies also einen continuirlichen, ununterbrochenen Zusammenhang der ganzen Erdgeschichte nach, und er bewies denselben so unwiderleglich, er begründete so einleuchtend die Herrschaft der „existing causes", der noch heute wirksamen, dauernden Ursachen in der Umbildung der Erdrinde, daß in kurzer Zeit die Geologie Cuvier's Hypothese vollkommen aufgab.

Nun ist es aber merkwürdig, daß die Paläontologie, die Wissenschaft von den Versteinerungen, soweit sie von den Botanikern und Zoologen betrieben wurde, von diesem großen Fortschritt der Geologie scheinbar unberührt blieb. Die Biologie nahm fortwährend noch jene wiederholte neue Schöpfung der gesammten Thier- und Pflanzenbevölkerung im Beginne jeder neuen Periode der Erdgeschichte an, obwohl diese Hypothese von den einzelnen, schubweise in die Welt gesetzten Schöpfungen ohne die Annahme der Revolutionen reiner Unsinn wurde und gar keinen Halt mehr hatte. Offenbar ist es vollkommen ungereimt, eine besondere neue Schöpfung der ganzen Thier- und Pflanzenwelt zu bestimmten Zeitabschnitten anzunehmen, ohne

daß die Erdrinde ſelbſt dabei irgend eine beträchtliche allgemeine Umwälzung erfährt. Trotzdem alſo jene Vorſtellung auf das Engſte mit der Kataſtrophentheorie Cuvier's zuſammenhing, blieb ſie dennoch herrſchend, nachdem die letztere bereits zerſtört war.

Es war nun dem großen engliſchen Naturforſcher Charles Darwin vorbehalten, dieſen Zwieſpalt völlig zu beſeitigen und zu zeigen, daß auch die Lebewelt der Erde eine ebenſo continuirlich zuſammenhängende Geſchichte hat, wie die unorganiſche Rinde der Erde; daß auch die Thiere und Pflanzen ebenſo allmählich durch Umwandlung oder Transformation auseinander hervorgegangen ſind, wie die wechſelnden Formen der Erdrinde, der Continente und der ſie umſchließenden und trennenden Meere aus früheren, ganz davon verſchiedenen Formen entſtanden ſind. Wir können in dieſer Beziehung wohl ſagen, daß Darwin auf dem Gebiete der Zoologie und Botanik den gleichen Fortſchritt herbeiführte, wie Lyell, ſein großer Landsmann, auf dem Gebiete der Geologie. Durch Beide wurde der ununterbrochene Zuſammenhang der geſchichtlichen Entwickelung bewieſen, und eine allmähliche Umänderung der verſchiedenen auf einander folgenden Zuſtände dargethan.

Das beſondere Verdienſt Darwin's iſt nun, wie bereits in dem vorigen Vortrage bemerkt wurde, ein doppeltes. Er hat erſtens die von Lamarck und Goethe aufgeſtellte Deſcendenztheorie in viel umfaſſenderer Weiſe als Ganzes behandelt und im Zuſammenhang durchgeführt, als es von allen ſeinen Vorgängern geſchehen war. Zweitens aber hat er dieſer Abſtimmungslehre durch ſeine, ihm eigenthümliche Züchtungslehre (die Selectionstheorie) das cauſale Fundament gegeben, d. h. er hat die wirkenden Urſachen der Veränderungen nachgewieſen, welche von der Abſtammungslehre nur als Thatſachen behauptet werden. Die von Lamarck 1809 in die Biologie eingeführte Deſcendenztheorie behauptet, daß alle verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten von einer einzigen oder einigen wenigen, höchſt einfachen, ſpontan entſtandenen Urformen abſtammen. Die von Darwin 1859 begründete Selectionstheorie zeigt uns, wa-

rum dies der Fall sein mußte, sie weist uns die wirkenden Ursachen so nach, wie es Kant nur wünschen konnte, und Darwin ist in der That auf dem Gebiete der organischen Naturwissenschaft der Newton geworden, dessen Kommen Kant prophetisch verneinen zu können glaubte.

Ehe Sie nun an Darwin's Theorie herantreten, wird es Ihnen vielleicht von Interesse sein, Einiges über die Persönlichkeit dieses großen Naturforschers zu hören, über sein Leben und die Wege, auf denen er zur Aufstellung seiner Lehre gelangte. Charles Robert Darwin ist am 12. Februar 1809 zu Shrewsbury am Severn-Fluß geboren, also gegenwärtig siebzig Jahre alt. Im siebzehnten Jahre (1825) bezog er die Universität Edinburg, und zwei Jahre später Christ's College zu Cambridge. Kaum 22 Jahre alt, wurde er 1831 zur Theilnahme an einer wissenschaftlichen Expedition berufen, welche von den Engländern ausgeschickt wurde, vorzüglich um die Südspitze Südamerika's genauer zu erforschen und verschiedene Punkte der Südsee zu untersuchen. Diese Expedition hatte, gleich vielen anderen, rühmlichen, von England ausgerüsteten Forschungsreisen, sowohl wissenschaftliche, als auch practische, auf die Schifffahrt bezügliche Aufgaben zu erfüllen. Das Schiff, von Capitän Fitzroy commandirt, führte in treffend symbolischer Weise den Namen „Beagle" oder Spürhund. Die Reise des Beagle, welche fünf Jahre dauerte, wurde für Darwin's ganze Entwickelung von der größten Bedeutung, und schon im ersten Jahre, als er zum erstenmal den Boden Südamerika's betrat, keimte in ihm der Gedanke der Abstammungslehre auf, den er dann späterhin zu so vollendeter Blüthe entwickelte. Die Reise selbst hat Darwin in einem von Dieffenbach in das Deutsche übersetzten Werke beschrieben, welches sehr anziehend geschrieben ist, und dessen Lectüre ich Ihnen angelegentlich empfehle [13]). In dieser Reisebeschreibung, welche sich weit über den gewöhnlichen Durchschnitt erhebt, tritt Ihnen nicht allein die liebenswürdige Persönlichkeit Darwin's in sehr anziehender Weise entgegen, sondern Sie können auch vielfach die Spuren

der Wege erkennen, auf denen er zu seinen Vorstellungen gelangte. Als Resultat dieser Reise erschien zunächst ein großes wissenschaftliches Reisewerk, an dessen zoologischem und geologischem Theil sich Darwin bedeutend betheiligte, und ferner eine ausgezeichnete Arbeit desselben über die Bildung der Korallenriffe, welche allein genügt haben würde, Darwin's Namen mit bleibendem Ruhme zu krönen. Es wird Ihnen bekannt sein, daß die Inseln der Südsee größtentheils aus Korallenriffen bestehen oder von solchen umgeben sind. Die verschiedenen merkwürdigen Formen derselben und ihr Verhältniß zu den nicht aus Korallen gebildeten Inseln vermochte man sich früher nicht befriedigend zu erklären. Erst Darwin war es vorbehalten, diese schwierige Aufgabe zu lösen, indem er außer der aufbauenden Thätigkeit der Korallenthiere auch geologische Hebungen und Senkungen des Meeresbodens für die Entstehung der verschiedenen Riffgestalten in Anspruch nahm. Darwin's Theorie von der Entstehung der Korallenriffe ist, ebenso wie seine spätere Theorie von der Entstehung der organischen Arten, eine Theorie, welche die Erscheinungen vollkommen erklärt, und dafür nur die einfachsten natürlichen Ursachen in Anspruch nimmt, ohne sich hypothetisch auf irgend welche unbekannten Vorgänge zu beziehen. Unter den übrigen Arbeiten Darwin's ist noch seine ausgezeichnete Monographie der Cirrhipedien hervorzuheben, einer merkwürdigen Classe von Seethieren, welche im äußeren Ansehen den Muscheln gleichen und von Cuvier in der That für zweischalige Mollusken gehalten wurden, während dieselben in Wahrheit zu den Krebsthieren (Crustaceen) gehören.

Die außerordentlichen Strapatzen, denen Darwin während der fünfjährigen Reise des Beagle ausgesetzt war, hatten seine Gesundheit dergestalt zerrüttet, daß er sich nach seiner Rückkehr aus dem unruhigen Treiben Londons zurückziehen mußte, und seitdem in stiller Zurückgezogenheit auf seinem Gute Down, in der Nähe von Bromley in Kent (mit der Eisenbahn kaum eine Stunde von London entfernt) wohnte. Diese Abgeschiedenheit von dem unruhigen Getreibe

der großen Weltſtadt wurde jedenfalls äußerſt ſegensreich für Darwin, und es iſt wahrſcheinlich, daß wir ihr theilweiſe mit die Entſtehung der Selectionstheorie verdanken. Unbehelligt durch die verſchiedenen Geſchäfte, welche in London ſeine Kräfte zerſplittert haben würden, konnte er ſeine ganze Thätigkeit auf das Studium des großen Problems concentriren, auf welches er durch jene Reiſe hingelenkt worden war. Um Ihnen zu zeigen, welche Wahrnehmungen während ſeiner Weltumſegelung vorzüglich den Grundgedanken der Selectionstheorie in ihm anregten, und in welcher Weiſe er denſelben dann weiter entwickelte, erlauben Sie mir, Ihnen eine Stelle aus einem Briefe mitzutheilen, welchen Darwin am 8. October 1864 an mich richtete:

„In Südamerika traten mir beſonders drei Claſſen von Erſcheinungen ſehr lebhaft vor die Seele: Erſtens die Art und Weiſe, in welcher nahe verwandte Species einander vertreten und erſetzen, wenn man von Norden nach Süden geht; — Zweitens die nahe Verwandtſchaft derjenigen Species, welche die Südamerika nahe gelegenen Inſeln bewohnen, und derjenigen Species, welche dieſem Feſtland eigenthümlich ſind; dies ſetzte mich in tiefes Erſtaunen, beſonders die Verſchiedenheit derjenigen Species, welche die nahe gelegenen Inſeln des Galopagosarchipels bewohnen; — Drittens die nahe Beziehung der lebenden zahnloſen Säugethiere (Edentata) und Nagethiere (Rodentia) zu den ausgeſtorbenen Arten. Ich werde niemals mein Erſtaunen vergeſſen, als ich ein rieſengroßes Panzerſtück ausgrub, ähnlich demjenigen eines lebenden Gürtelthiers.

„Als ich über dieſe Thatſachen nachdachte und einige ähnliche Erſcheinungen damit verglich, ſchien es mir wahrſcheinlich, daß nahe verwandte Species von einer gemeinſamen Stammform abſtammen könnten. Aber einige Jahre lang konnte ich nicht begreifen, wie eine jede Form ſo ausgezeichnet ihren beſonderen Lebensverhältniſſen angepaßt werden konnte. Ich begann darauf ſyſtematiſch die Hausthiere und die Gartenpflanzen zu ſtudiren, und ſah nach einiger Zeit deutlich ein, daß die wichtigſte umbildende Kraft in des Menſchen Zucht-

wahlvermögen liege, in seiner Benutzung auserlesener Individuen zur Nachzucht. Dadurch daß ich vielfach die Lebensweise und Sitten der Thiere studirt hatte, war ich darauf vorbereitet, den Kampf um's Dasein richtig zu würdigen; und meine geologischen Arbeiten gaben mir eine Vorstellung von der ungeheuren Länge der verflossenen Zeiträume. Als ich dann durch einen glücklichen Zufall das Buch von Malthus „über die Bevölkerung" las, tauchte der Gedanke der natürlichen Züchtung in mir auf. Unter allen den untergeordneten Punkten war der letzte, den ich schätzen lernte, die Bedeutung und Ursache des Divergenzprincips."

Während der Muße und Zurückgezogenheit, in der Darwin nach der Rückkehr von seiner Reise lebte, beschäftigte er sich, wie aus dieser Mittheilung hervorgeht, zunächst vorzugsweise mit dem Studium der Organismen im Culturzustande, der Hausthiere und Gartenpflanzen. Unzweifelhaft war dies der nächste und richtigste Weg, um zur Selectionstheorie zu gelangen. Wie in allen seinen Arbeiten, verfuhr Darwin dabei äußerst sorgfältig und genau. Er hat mit bewunderungswürdiger Vorsicht und Selbstverleugnung vom Jahr 1837—1858, also 21 Jahre lang, über diese Sache Nichts veröffentlicht, selbst nicht eine vorläufige Skizze seiner Theorie, welche er schon 1844 niedergeschrieben hatte. Er wollte immer noch mehr sicher begründete empirische Beweise sammeln, um so die Theorie ganz vollständig, auf möglichst breiter Erfahrungsgrundlage festgestellt, mittheilen zu können. Zum Glück wurde er in diesem Streben nach möglichster Vervollkommnung, welches vielleicht dazu geführt haben würde, die Theorie überhaupt nicht zu veröffentlichen, durch einen Landsmann gestört, welcher unabhängig von Darwin die Selectionstheorie sich ausgedacht und aufgestellt hatte, und welcher 1858 die Grundzüge derselben an Darwin selbst einsendete, mit der Bitte, dieselben an Lyell zur Veröffentlichung in einem englischen Journale zu übergeben. Dieser Engländer ist Alfred Wallace[36]), einer der kühnsten und verdientesten naturwissenschaftlichen Reisenden der neueren Zeit. Viele Jahre war Wallace allein in den Wildnissen der

Sundainseln, in den dichten Urwäldern des indischen Archipels umhergestreift, und bei diesem unmittelbaren und umfassenden Studium eines der reichsten und interessantesten Erdstücke mit seiner höchst mannichfaltigen Thier- und Pflanzenwelt war er genau zu denselben allgemeinen Anschauungen über die Entstehung der organischen Arten wie Darwin gelangt. Lyell und Hooker, welche Beide Darwin's Arbeit seit langer Zeit kannten, veranlaßten ihn nun, einen kurzen Auszug aus seinen Manuscripten gleichzeitig mit dem eingesandten Manuscript von Wallace zu veröffentlichen, was auch im August 1858 im „Journal of the Linnean Society" geschah.

Im November 1859 erschien dann das epochemachende Werk Darwin's „Ueber die Entstehung der Arten", in welchem die Selectionstheorie ausführlich begründet ist. Jedoch bezeichnete Darwin selbst dieses Buch, von welchem 1872 die sechste Auflage und bereits 1860 eine deutsche Uebersetzung von Bronn erschien[1]), nur als einen vorläufigen Auszug aus einem größeren und ausführlicheren Werke, welches in umfassender empirischer Beweisführung eine Masse von Thatsachen zu Gunsten seiner Theorie enthalten sollte. Der erste Theil dieses von Darwin in Aussicht gestellten Hauptwerkes ist 1868 unter dem Titel: „Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication" erschienen und von Victor Carus ins Deutsche übersetzt worden[2]). Er enthält eine reiche Fülle von den trefflichsten Belegen für die außerordentlichen Veränderungen der organischen Formen, welche der Mensch durch seine Cultur und künstliche Züchtung hervorbringen kann. So sehr wir auch Darwin für diesen Ueberfluß an beweisenden Thatsachen verbunden sind, so theilen wir doch keineswegs die Meinung jener Naturforscher, welche glauben, daß durch diese weiteren Ausführungen die Selectionstheorie eigentlich erst fest begründet werden mußte. Nach unserer Ansicht enthält bereits Darwin's erstes, 1859 erschienenes Werk diese Begründung in völlig ausreichendem Maaße. Die unangreifbare Stärke seiner Theorie liegt nicht in der Unmasse von einzelnen Thatsachen, welche man als Beweis dafür anführen kann, sondern in dem har-

monischen Zusammenhang aller großen und allgemeinen Erscheinungsreihen der organischen Natur, welche übereinstimmend für die Wahrheit der Selectionstheorie Zeugniß ablegen.

Den bedeutendsten Folgeschluß der Descendenztheorie, die Abstammung des Menschengeschlechts von anderen Säugethieren, hat Darwin anfangs absichtlich verschwiegen. Erst nachdem dieser höchst wichtige Schluß von anderen Naturforschern entschieden als nothwendige Consequenz der Abstammungslehre festgestellt war, hat Darwin denselben ausdrücklich anerkannt, und damit „die Krönung seines Gebäudes" vollzogen. Dies geschah in dem höchst interessanten, erst 1871 erschienenen Werke über „die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl", welches ebenfalls von Victor Carus in das Deutsche übersetzt worden ist [11]). Als ein Nachtrag zu diesem Buche kann das geistreiche physiognomische Werk angesehen werden, welches Darwin 1872 „über den Ausdruck der Gemüths-Bewegungen bei dem Menschen und den Thieren" veröffentlicht hat [12]).

Von der größten Bedeutung für die Begründung der Selectionstheorie war das eingehende Studium, welches Darwin den Hausthieren und Culturpflanzen widmete. Die unendlich mannichfaltigen Formveränderungen, welche der Mensch an diesen domesticirten Organismen durch künstliche Züchtung erzeugt hat, sind für das richtige Verständniß der Thier- und Pflanzenformen von der allergrößten Wichtigkeit; und dennoch ist in kaum glaublicher Weise dieses Studium von den Zoologen und Botanikern bis in die neueste Zeit in der gröbsten Weise vernachlässigt worden. Es sind nicht allein dicke Bände, sondern ganze Bibliotheken angefüllt worden mit Beschreibungen der einzelnen Arten oder Species, und mit höchst kindischen Streitigkeiten darüber, ob diese Species gute oder ziemlich gute, schlechte oder ziemlich schlechte Arten seien, ohne daß dem Artbegriff selbst darin zu Leibe gegangen ist. Wenn die Naturforscher, statt auf diese unnützen Spielereien ihre Zeit zu verwenden, die Culturorganismen gehörig studirt und nicht die einzelnen todten Formen,

sondern die Umbildung der lebendigen Gestalten in das Auge gefaßt hätten, so würde man nicht so lange in den Fesseln des Cuvier'schen Dogmas befangen gewesen sein. Weil nun aber diese Culturorganismen gerade der dogmatischen Auffassung von der Beharrlichkeit der Art, von der Constanz der Species so äußerst unbequem sind, so hat man sich großen Theils absichtlich nicht um dieselben bekümmert und es ist sogar vielfach, selbst von berühmten Naturforschern, der Gedanke ausgesprochen worden, diese Culturorganismen, die Hausthiere und Gartenpflanzen, seien Kunstproducte des Menschen, und deren Bildung und Umbildung könne gar nicht über das Wesen der Species und über die Entstehung der Formen bei den wilden, im Naturzustande lebenden Arten entscheiden.

Diese verkehrte Auffassung ging so weit, daß z. B. ein Münchener Zoologe, Andreas Wagner, alles Ernstes die lächerliche Behauptung aufstellte: Die Thiere und Pflanzen im wilden Zustande sind vom Schöpfer als bestimmt unterschiedene und unveränderliche Arten erschaffen worden; allein bei den Hausthieren und Culturpflanzen war dies deshalb nicht nöthig, weil er dieselben von vornherein für den Gebrauch des Menschen einrichtete. Der Schöpfer machte also den Menschen aus einem Erdenkloß, blies ihm lebendigen Odem in seine Nase und schuf dann für ihn die verschiedenen nützlichen Hausthiere und Gartenpflanzen, bei denen er sich in der That die Mühe der Speciesunterscheidung sparen konnte. Ob der Baum des Erkenntnisses im Paradiesgarten eine „gute" wilde Species, oder als Culturpflanze überhaupt „keine Species" war, erfahren wir leider durch Andreas Wagner nicht. Da der Baum des Erkenntnisses vom Schöpfer mitten in den Paradiesgarten gesetzt wurde, möchte man eher glauben, daß er eine höchst bevorzugte Culturpflanze, also überhaupt keine Species war. Da aber andrerseits die Früchte vom Baume des Erkenntnisses dem Menschen verboten waren, und viele Menschen, wie Wagner's eigenes Beispiel klar zeigt, niemals von diesen Früchten genossen haben, so ist er offenbar nicht für den Gebrauch des Menschen erschaffen und

alſo wahrſcheinlich eine wirkliche Species! Wie Schade, daß uns Wagner über dieſe wichtige und ſchwierige Frage nicht belehrt hat!

So lächerlich Ihnen nun dieſe Anſicht auch vorkommen mag, ſo iſt dieſelbe doch nur ein folgerichtiger Auswuchs einer falſchen, in der That aber weit verbreiteten Anſicht von dem beſonderen Weſen der Culturorganismen, und Sie können bisweilen von ganz angeſehenen Naturforſchern ähnliche Einwürfe hören. Gegen dieſe grundfalſche Auffaſſung muß ich mich von vornherein ganz beſtimmt wenden. Das iſt dieſelbe Verkehrtheit, wie ſie die Aerzte begehen, welche behaupten, die Krankheiten ſeien künſtliche Erzeugniſſe, keine Naturerſcheinungen. Es hat viel Mühe gekoſtet, dieſes Vorurtheil zu bekämpfen; und erſt in neuerer Zeit iſt die Anſicht zur allgemeinen Anerkennung gelangt, daß die Krankheiten Nichts ſind, als natürliche Veränderungen des Organismus, wirklich natürliche Lebenserſcheinungen, die nur hervorgebracht werden durch veränderte, abnorme Exiſtenzbedingungen. Die Krankheit iſt alſo nicht, wie die älteren Aerzte oft ſagten, ein Leben außerhalb der Natur (vita praeter naturam), ſondern ein natürliches Leben unter beſtimmten, krank machenden, den Körper mit Gefahr bedrohenden Bedingungen. Ganz ebenſo ſind die Culturerzeugniſſe nicht künſtliche Producte des Menſchen, ſondern ſie ſind Naturproducte, welche unter eigenthümlichen Lebensbedingungen entſtanden ſind. Der Menſch vermag durch ſeine Cultur niemals unmittelbar eine neue organiſche Form zu erzeugen; ſondern er kann nur die Organismen unter neuen Lebensbedingungen züchten, welche umbildend auf ſie einwirken. Alle Hausthiere und alle Gartenpflanzen ſtammen urſprünglich von wilden Arten ab, welche erſt durch die Cultur umgebildet wurden.

Die eingehende Vergleichung der Culturformen (Raſſen und Spielarten) mit den wilden, nicht durch Cultur veränderten Organismen (Arten und Varietäten) iſt für die Selectionstheorie von der größten Wichtigkeit. Was Ihnen bei dieſer Vergleichung zunächſt am Meiſten auffällt, das iſt die ungewöhnlich kurze Zeit, in welcher der Menſch im Stande iſt, eine neue Form hervorzubringen, und der

ungewöhnlich hohe Grad, in welchem dieſe vom Menſchen producirte Form von der urſprünglichen Stammform abweichen kann. Während die wilden Thiere und Pflanzen, im freien Zuſtande, Jahr aus, Jahr ein dem ſammelnden Zoologen und Botaniker annähernd in derſelben Form erſcheinen, ſo daß eben hieraus das falſche Dogma der Speciesconſtanz entſtehen konnte, ſo zeigen uns dagegen die Hausthiere und die Gartenpflanzen innerhalb weniger Jahre die größten Veränderungen. Die Vervollkommnung, welche die Züchtungskunſt der Gärtner und der Landwirthe erreicht hat, geſtattet es jetzt in ſehr kurzer Zeit, in wenigen Jahren, eine ganz neue Thier- oder Pflanzenform willkürlich zu ſchaffen. Man braucht zu dieſem Zwecke bloß den Organismus unter dem Einfluſſe der beſonderen Bedingungen zu erhalten und fortzupflanzen, welche neue Bildungen zu erzeugen im Stande ſind; und man kann ſchon nach Verlauf von wenigen Generationen neue Arten erhalten, welche von der Stammform in viel höherem Grade abweichen, als die ſogenannten guten Arten im wilden Zuſtande von einander verſchieden ſind. Dieſe Thatſache iſt äußerſt wichtig und kann nicht genug hervorgehoben werden. Es iſt nicht wahr, wenn behauptet wird, die Culturformen, die von einer und derſelben Form abſtammen, ſeien nicht ſo ſehr von einander verſchieden, wie die wilden Thier- und Pflanzenarten unter ſich. Wenn man nur unbefangen Vergleiche anſtellt, ſo läßt ſich ſehr leicht erkennen, daß eine Menge von Raſſen oder Spielarten, die wir in einer kurzen Reihe von Jahren von einer einzigen Culturform abgeleitet haben, in höherem Grade von einander unterſchieden ſind, als ſogenannte gute Arten („bonae species“) oder ſelbſt verſchiedene Gattungen (Genera) einer Familie im wilden Zuſtande ſich unterſcheiden.

Um dieſe äußerſt wichtige Thatſache möglichſt feſt empiriſch zu begründen, beſchloß Darwin, eine einzelne Gruppe von Hausthieren ſpeciell in dem ganzen Umfang ihrer Formenmannichfaltigkeit zu ſtudiren, und er wählte dazu die Haustauben, welche in mehrfacher Beziehung für dieſen Zweck ganz beſonders geeignet ſind. Er hielt ſich lange Zeit hindurch auf ſeinem Gute alle möglichen Raſſen und

Spielarten von Tauben, welche er bekommen konnte, und wurde mit reichlichen Zuſendungen aus allen Weltgegenden unterſtützt. Ferner ließ er ſich in zwei Londoner Taubenclubs aufnehmen, welche die Züchtung der verſchiedenen Taubenformen mit wahrhaft künſtleriſcher Virtuoſität und unermüdlicher Leidenſchaft betreiben. Endlich ſetzte er ſich noch mit einigen der berühmteſten Taubenliebhaber in Verbindung. So ſtand ihm das reichſte empiriſche Material zur Verfügung.

Die Kunſt und Liebhaberei der Taubenzüchtung iſt uralt. Schon mehr als 3000 Jahre vor Chriſtus wurde ſie von den Aegyptern betrieben. Die Römer der Kaiſerzeit gaben ungeheure Summen dafür aus und führten genaue Stammbaumregiſter über ihre Abſtammung, ebenſo wie die Araber über ihre Pferde und die mecklenburgiſchen Edelleute über ihre eigenen Ahnen ſehr ſorgfältige genealogiſche Regiſter führen. Auch in Aſien war die Taubenzucht eine uralte Liebhaberei der reichen Fürſten, und zur Hofhaltung des Akber Khan, um das Jahr 1600, gehörten mehr als 20,000 Tauben. So entwickelten ſich denn im Laufe mehrerer Jahrtauſende, und in Folge der mannichfaltigen Züchtungsmethoden, welche in den verſchiedenſten Weltgegenden geübt wurden, aus einer einzigen urſprünglich gezähmten Stammform eine ungeheure Menge verſchiedenartiger Raſſen und Spielarten, welche in ihren extremen Formen ganz außerordentlich verſchieden ſind.

Eine der auffallendſten Taubenraſſen iſt die bekannte Pfauentaube, bei der ſich der Schwanz ähnlich entwickelt wie beim Truthahn und eine Anzahl von 30—40 radartig geſtellten Federn trägt; während die anderen Tauben eine viel geringere Anzahl von Schwanzfedern, faſt immer 12, beſitzen. Hierbei mag erwähnt werden, daß die Anzahl der Schwanzfedern bei den Vögeln als ſyſtematiſches Merkmal von den Naturforſchern ſehr hoch geſchätzt wird, ſo daß man ganze Ordnungen danach unterſcheiden könnte. So beſitzen z. B. die Singvögel faſt ohne Ausnahme 12 Schwanzfedern, die Schrillvögel (Strisores) 10 u. ſ. w. Beſonders ausgezeichnet ſind ferner mehrere Taubenraſſen durch einen Buſch von Nackenfedern, welcher eine Art Perrücke bildet, andere durch abenteuerliche Umbildung des Schnabels

und der Füße, durch eigenthümliche, oft sehr auffallende Verzierungen, z. B. Hautlappen, die sich am Kopf entwickeln; durch einen großen Kropf, welcher eine starke Hervortreibung der Speiseröhre am Hals bildet u. s. w. Merkwürdig sind auch die sonderbaren Gewohnheiten, die viele Tauben sich erworben haben, z. B. die Lachtauben, die Trommeltauben in ihren musikalischen Leistungen, die Brieftauben in ihrem topographischen Instinct. Die Purzeltauben haben die seltsame Gewohnheit, nachdem sie in großer Schaar in die Luft gestiegen sind, sich zu überschlagen und aus der Luft wie todt herabzufallen. Die Sitten und Gewohnheiten dieser unendlich verschiedenen Taubenrassen, die Form, Größe und Färbung der einzelnen Körpertheile, die Proportionen derselben unter einander, sind in erstaunlich hohem Maaße von einander verschieden, in viel höherem Maaße, als es bei den sogenannten guten Arten oder selbst bei ganz verschiedenen Gattungen unter den wilden Tauben der Fall ist. Und, was das Wichtigste ist, es beschränken sich jene Unterschiede nicht bloß auf die Bildung der äußerlichen Form, sondern erstrecken sich selbst auf die wichtigsten innerlichen Theile; es kommen sogar sehr bedeutende Abänderungen des Skelets und der Muskulatur vor. So finden sich z. B. große Verschiedenheiten in der Zahl der Wirbel und Rippen, in der Größe und Form der Lücken im Brustbein, in der Form und Größe des Gabelbeins, des Unterkiefers, der Gesichtsknochen u. s. w. Kurz das knöcherne Skelet, das die Morphologen für einen sehr beständigen Körpertheil halten, welcher niemals in dem Grade, wie die äußeren Theile, variire, zeigt sich so sehr verändert, daß man viele Taubenrassen als besondere Gattungen aufführen könnte. Zweifelsohne würde dies geschehen, wenn man alle diese verschiedenen Formen in wildem Naturzustande auffände.

Wie weit die Verschiedenheit der Taubenrassen geht, zeigt am Besten der Umstand, daß alle Taubenzüchter einstimmig der Ansicht sind, jede eigenthümliche oder besonders ausgezeichnete Taubenrasse müsse von einer besonderen wilden Stammart abstammen. Freilich nimmt Jeder eine verschiedene Zahl von Stammarten an. Und

dennoch hat Darwin mit überzeugendem Scharfsinn den schwierigen Beweis geführt, daß dieselben ohne Ausnahme sämmtlich von einer einzigen wilden Stammart, der blauen Felstaube (Columba livia) abstammen müssen. In gleicher Weise läßt sich bei den meisten übrigen Hausthieren und bei den meisten Culturpflanzen der Beweis führen, daß alle verschiedenen Rassen Nachkommen einer einzigen ursprünglichen wilden Art sind, die vom Menschen in den Culturzustand übergeführt wurde.

Ein ähnliches Beispiel, wie die Haustaube, liefert unter den Säugethieren unser zahmes Kaninchen. Alle Zoologen ohne Ausnahme halten es schon seit langer Zeit für erwiesen, daß alle Rassen und Spielarten desselben von dem gewöhnlichen wilden Kaninchen, also von einer einzigen Stammart, abstammen. Und dennoch sind die extremsten Formen dieser Rassen in einem solchen Maaße von einander verschieden, daß jeder Zoologe, wenn er dieselben im wilden Zustande anträfe, sie unbedenklich nicht allein für ganz verschiedene „gute Species", sondern sogar für Arten von ganz verschiedenen Gattungen oder Genera der Leporiden-Familie erklären würde. Nicht nur ist die Färbung, Haarlänge und sonstige Beschaffenheit des Pelzes bei den verschiedenen zahmen Kaninchen-Rassen außerordentlich mannichfaltig und in den extremen Gegensätzen äußerst abweichend, sondern auch, was noch viel wichtiger ist, die typische Form des Skelets und seiner einzelnen Theile, besonders die Form des Schädels und des für die Systematik so wichtigen Gebisses, ferner das relative Längenverhältniß der Ohren, der Beine u. s. w. In allen diesen Beziehungen weichen die Rassen des zahmen Kaninchens unbestritten viel weiter von einander ab, als alle die verschiedenen Formen von wilden Kaninchen und Hasen, die als anerkannt „gute Species" der Gattung Lepus über die ganze Erde zerstreut sind. Und dennoch behaupten Angesichts dieser klaren Thatsache die Gegner der Entwickelungtheorie, daß die letzteren, die wilden Arten, nicht von einer gemeinsamen Stammform abstammen, während sie dies bei den ersteren, den zahmen Rassen, ohne Weiteres zugeben.

Mit Gegnern, welche ſo abſichtlich ihre Augen vor dem ſonnenklaren Lichte der Wahrheit verſchließen, läßt ſich dann freilich nicht weiter ſtreiten.

Während ſo für die Haustaube, für das zahme Kaninchen, für das Pferd u. ſ. w. trotz der merkwürdigen Verſchiedenheit ihrer Spielarten die Abſtammung von einer einzigen wilden ſogenannten „Species“ geſichert erſcheint, ſo iſt es dagegen für andere Hausthiere, namentlich die Hunde, Schweine und Rinder, allerdings wahrſcheinlicher, daß die mannichfaltigen Raſſen derſelben von mehreren wilden Stammarten abzuleiten ſind, welche ſich nachträglich im Culturzuſtande mit einander vermiſcht haben. Indeſſen iſt die Zahl dieſer urſprünglichen wilden Stammarten immer viel geringer, als die Zahl der aus ihrer Vermiſchung und Züchtung hervorgegangenen Culturformen, und natürlich ſtammen auch jene erſteren urſprünglich von einer einzigen gemeinſamen Stammform der ganzen Gattung ab. Auf keinen Fall ſtammt jede beſondere Culturraſſe von einer eigenen wilden Art ab.

Im Gegenſatz hierzu behaupten faſt alle Landwirthe und Gärtner mit der größten Beſtimmtheit, daß jede einzelne, von ihnen gezüchtete Raſſe von einer beſonderen wilden Stammart abſtammen müſſe, weil ſie die Unterſchiede der Raſſen ſcharf erkennen, die Vererbung ihrer Eigenſchaften ſehr hochſchätzen, und nicht bedenken, daß dieſelben erſt durch langſame Häufung kleiner, kaum merklicher Abänderungen entſtanden ſind. Auch in dieſer Beziehung iſt die Vergleichung der Culturraſſen mit den wilden Species äußerſt lehrreich.

Von vielen Seiten, und namentlich von den Gegnern der Entwickelungstheorie, iſt die größte Mühe aufgewendet worden, irgend ein morphologiſches oder phyſiologiſches Merkmal, irgend eine charakteriſtiſche Eigenſchaft aufzufinden, durch welche man die künſtlich gezüchteten, cultivirten „Raſſen“ von den natürlich entſtandenen, wilden „Arten“ ſcharf und durchgreifend trennen könne. Alle dieſe Verſuche ſind gänzlich fehlgeſchlagen und haben nur mit um ſo größerer Sicherheit zu dem entgegengeſetzten Reſultate geführt, daß eine ſolche Treu-

nung gar nicht möglich iſt. Ich habe dieſes Verhältniß in meiner Kritik des Species-Begriffes ausführlich erörtert und durch Beiſpiele erläutert. (Gen. Morph. II, 323—364.)

Nur eine Seite dieſer Frage mag hier kürzlich noch berührt werden, weil dieſelbe nicht allein von den Gegnern, ſondern ſelbſt von einigen der bedeutendſten Anhänger des Darwinismus, z. B. von Huxley[17]), als eine der ſchwächſten Seiten deſſelben angeſehen worden iſt, nämlich das Verhältniß der Baſtardzeugung oder des Hybridismus. Zwiſchen cultivirten Raſſen und wilden Arten ſollte der Unterſchied beſtehen, daß die erſteren der Erzeugung fruchtbarer Baſtarde fähig ſein ſollten, die letzteren nicht. Je zwei verſchiedene cultivirte Raſſen oder wilde Varietäten einer Species ſollten in allen Fällen die Fähigkeit beſitzen, mit einander Baſtarde zu erzeugen, welche ſich unter einander oder mit einer ihrer Elternformen fruchtbar vermiſchen und fortpflanzen könnten; dagegen ſollten zwei wirklich verſchiedene Species, zwei cultivirte oder wilde Arten einer Gattung, niemals die Fähigkeit beſitzen, mit einander Baſtarde zu zeugen, die unter einander oder mit einer der elterlichen Arten ſich fruchtbar kreuzen könnten.

Was zunächſt die erſte Behauptung betrifft, ſo wird ſie einfach durch die Thatſache widerlegt, daß es Organismen giebt, die ſich mit ihren nachweisbaren Vorfahren überhaupt nicht mehr vermiſchen, alſo auch keine fruchtbare Nachkommenſchaft erzeugen können. So paart ſich z. B. unſer cultivirtes Meerſcheinchen nicht mehr mit ſeinem wilden braſilianiſchen Stammvater. Umgekehrt geht die Hauskatze von Paraguay, welche von unſerer europäiſchen Hauskatze abſtammt, keine eheliche Verbindung mehr mit dieſer ein. Zwiſchen verſchiedenen Raſſen unſerer Haushunde, z. B. zwiſchen den großen Neufundländern und den zwerghaften Schooßhündchen, iſt ſchon aus einfachen mechaniſchen Gründen eine Paarung unmöglich. Ein beſonderes intereſſantes Beiſpiel aber bietet das Porto-Santo-Kaninchen dar (Lepus Huxleyi). Auf der kleinen Inſel Porto-Santo bei Madeira wurden im Jahre 1419 einige Kaninchen ausgeſetzt, die an Bord eines Schiffes

von einem zahmen ſpaniſchen Kaninchen geboren worden waren. Dieſe Thierchen vermehrten ſich in kurzer Zeit, da keine Raubthiere dort waren, ſo maſſenhaft, daß ſie zur Landplage wurden und ſogar eine dortige Colonie zur Aufhebung zwangen. Noch gegenwärtig bewohnen ſie die Inſel in Menge, haben ſich aber im Laufe von 450 Jahren zu einer ganz eigenthümlichen Spielart — oder wenn man will „guten Art" — entwickelt, ausgezeichnet durch eigenthümliche Färbung, rattenähnliche Form, geringe Größe, nächtliche Lebensweiſe und außerordentliche Wildheit. Das Wichtigſte jedoch iſt, daß ſich dieſe neue Art, die ich Lepus Huxleyi nenne, mit dem europäiſchen Kaninchen, von dem ſie abſtammt, nicht mehr kreuzt und keine Baſtarde mehr damit erzeugt.

Auf der andern Seite kennen wir jetzt zahlreiche Beiſpiele von fruchtbaren echten Baſtarden, d. h. von Miſchlingen, die aus der Kreuzung von zwei ganz verſchiedenen Arten hervorgegangen ſind, und trotzdem ſowohl unter einander, als auch mit einer ihrer Stammarten ſich fortpflanzen. Den Botanikern ſind ſolche „Baſtard-Arten" (Species hybridae) längſt in Menge bekannt, z. B. aus den Gattungen der Diſtel (Cirsium), des Goldregen (Cytisus), der Brombeere (Rubus) u. ſ. w. Aber auch unter den Thieren ſind dieſelben keineswegs ſelten, und vielleicht ſogar ſehr häufig. Man kennt fruchtbare Baſtarde, die aus der Kreuzung von zwei verſchiedenen Arten einer Gattung entſtanden ſind, aus mehreren Gattungen der Schmetterlings-Ordnung (Zygaena, Saturnia), der Karpfen-Familie, der Finken, Hühner, Hunde, Katzen u. ſ. w. Zu den intereſſanteſten gehört das Haſen-Kaninchen (Lepus Darwinii), der Baſtard von unſern einheimiſchen Haſen und Kaninchen, welcher in Frankreich ſchon ſeit 1850 zu gaſtronomiſchen Zwecken in vielen Generationen gezüchtet worden iſt. Ich beſitze ſelbſt durch die Güte des Profeſſor Conrad, welcher dieſe Züchtungsverſuche auf ſeinem Gute wiederholt hat, ſolche Baſtarde, welche aus reiner Inzucht hervorgegangen ſind, d. h. deren beide Eltern ſelbſt Baſtarde von einem Haſenvater und einer Kaninchenmutter ſind. Der ſo erzeugte Halbblut-Baſtard, welchen ich Dar-

win zu Ehren benannt habe, scheint sich in reiner Inzucht so gut wie jede „echte Species" durch viele Generationen fortzupflanzen. Obwohl im Ganzen mehr seiner Kaninchenmutter ähnlich, besitzt derselbe doch in der Bildung der Ohren und der Hinterbeine bestimmte Eigenschaften seines Hasenvaters. Das Fleisch schmeckt vortrefflich, mehr hasenartig, obwohl die Farbe mehr kaninchenartig ist. Nun sind aber Hase (Lepus timidus) und Kaninchen (Lepus cuniculus) zwei so verschiedene Species der Gattung Lepus, daß kein Systematiker sie als Varietäten einer Art betrachten wird. Auch haben beide Arten so verschiedene Lebensweise und im wilden Zustande so große Abneigung gegen einander, daß sie sich aus freien Stücken nicht vermischen. Wenn man jedoch die neugeborenen Jungen beider Arten zusammen aufzieht, so kommt diese Abneigung nicht zur Entwickelung; sie vermischen sich mit einander und erzeugen den Lepus Darwinii.

Ein anderes ausgezeichnetes Beispiel von Kreuzung verschiedener Arten (wobei die beiden Species sogar verschiedenen Gattungen angehören!) liefern die fruchtbaren Bastarde von Schafen und Ziegen, die in Chile seit langer Zeit zu industriellen Zwecken gezogen werden. Welche unwesentlichen Umstände bei der geschlechtlichen Vermischung die Fruchtbarkeit der verschiedenen Arten bedingen, das zeigt der Umstand, daß Ziegenböcke und Schafe bei ihrer Vermischung fruchtbare Bastarde erzeugen, während Schafbock und Ziege sich überhaupt selten paaren, und dann ohne Erfolg. So sind also die Erscheinungen des Hybridismus, auf welche man irrthümlicherweise ein ganz übertriebenes Gewicht gelegt hat, für den Speciesbegriff gänzlich bedeutungslos. Die Bastardzeugung setzt uns eben so wenig, als irgend eine andere Erscheinung, in den Stand, die cultivirten Rassen von den wilden Arten durchgreifend zu unterscheiden. Dieser Umstand ist aber von der größten Bedeutung für die Selectionstheorie.

Siebenter Vortrag.

Die Züchtungslehre oder Selectionstheorie. (Der Darwinismus.)

Darwinismus (Selectionstheorie) und Lamarckismus (Descendenztheorie). Der Vorgang der künstlichen Züchtung: Auslese (Selection) der verschiedenen Einzelwesen zur Nachzucht. Die wirkenden Ursachen der Umbildung: Abänderung, mit der Ernährung zusammenhängend, und Vererbung, mit der Fortpflanzung zusammenhängend. Mechanische Natur dieser beiden physiologischen Functionen. Der Vorgang der natürlichen Züchtung: Auslese (Selection) durch den Kampf um's Dasein. Malthus' Bevölkerungstheorie. Mißverhältniß zwischen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der wirklichen (actuellen) Individuen jeder Organismenart. Allgemeiner Wettkampf um die Existenz. Umbildende und züchtende Kraft dieses Kampfes um's Dasein. Vergleichung der natürlichen und der künstlichen Züchtung. Selections-Princip bei Kant und Wells. Zuchtwahl im Menschenleben. Medicinische und clericale Züchtung.

Meine Herren! Wenn heutzutage häufig die gesammte Entwickelungstheorie, mit der wir uns in diesen Vorträgen beschäftigen, als Darwinismus bezeichnet wird, so geschieht dies eigentlich nicht mit Recht. Denn wie Sie aus der geschichtlichen Einleitung der letzten Vorträge gesehen haben werden, ist schon zu Anfang unseres Jahrhunderts der wichtigste Theil der organischen Entwickelungstheorie, nämlich die Abstammungslehre oder Descendenztheorie, ganz deutlich ausgesprochen, und insbesondere durch Lamarck in die Naturwissenschaft eingeführt worden. Man könnte daher diesen Theil der Entwickelungstheorie, welcher die gemeinsame Abstammung aller Thier-

Digitized by Google

und Pflanzenarten von einfachsten gemeinsamen Stammformen behauptet, seinem verdientesten Begründer zu Ehren mit vollem Rechte Lamarckismus nennen, wenn man einmal an den Namen eines einzelnen hervorragenden Naturforschers das Verdienst knüpfen will, eine solche Grundlehre zuerst durchgeführt zu haben. Dagegen würden wir mit Recht als Darwinismus die Selectionstheorie oder Züchtungslehre zu bezeichnen haben, denjenigen Theil der Entwickelungstheorie, welcher uns zeigt, auf welchem Wege und warum die verschiedenen Organismenarten aus jenen einfachsten Stammformen sich entwickelt haben.

Diese Selectionstheorie oder der Darwinismus im eigentlichen Sinne beruht wesentlich (wie bereits in dem letzten Vortrage angedeutet wurde) auf der Vergleichung derjenigen Thätigkeit, welche der Mensch bei der Züchtung der Hausthiere und Gartenpflanzen ausübt, mit denjenigen Vorgängen, welche in der freien Natur, außerhalb des Culturzustandes, zur Entstehung neuer Arten und neuer Gattungen führen. Wir müssen uns, um diese letzten Vorgänge zu verstehen, also zunächst zur künstlichen Züchtung des Menschen wenden, wie es auch von Darwin selbst geschehen ist. Wir müssen untersuchen, welche Erfolge der Mensch durch seine künstliche Züchtung erzielt, und welche Mittel er anwendet, um diese Erfolge hervorzubringen; und dann müssen wir uns fragen: „Giebt es in der Natur ähnliche Kräfte, ähnlich wirkende Ursachen, wie sie der Mensch hier anwendet?"

Was nun zunächst die künstliche Züchtung betrifft, so gehen wir von der Thatsache aus, die zuletzt erörtert wurde, daß deren Producte in nicht seltenen Fällen viel mehr von einander verschieden sind, als die Erzeugnisse der natürlichen Züchtung. In der That weichen die Rassen oder Spielarten oft in viel höherem Grade und in viel wichtigeren Eigenschaften von einander ab, als es viele sogenannte „gute Arten" oder Species, ja bisweilen sogar mehr, als es sogenannte „gute Gattungen" im Naturzustande thun. Vergleichen Sie z. B. die verschiedenen Aepfelsorten, welche die Gartenkunst von einer und derselben ursprünglichen Apfelform gezogen hat, oder

vergleichen Sie die verſchiedenen Pferderaſſen, welche die Thierzüchter aus einer und derſelben urſprünglichen Form des Pferdes abgeleitet haben, ſo finden Sie leicht, daß die Unterſchiede der am meiſten verſchiedenen Formen außerordentlich bedeutend ſind, viel bedeutender, als die ſogenannten „ſpecifiſchen Unterſchiede“, welche die Zoologen und Botaniker bei Vergleichung der wilden Arten anwenden, um dadurch verſchiedene ſogenannte „gute Arten“ zu unterſcheiden.

Wodurch bringt nun der Menſch dieſe außerordentliche Verſchiedenheit oder Divergenz mehrerer Formen hervor, die erwieſenermaßen von einer und derſelben Stammform abſtammen? Laſſen Sie uns zur Beantwortung dieſer Frage einen Gärtner verfolgen, der bemüht iſt, eine neue Pflanzenform zu züchten, die ſich durch eine ſchöne Blumenfarbe auszeichnet. Derſelbe wird zunächſt unter einer großen Anzahl von Pflanzen, welche Sämlinge einer und derſelben Pflanze ſind, eine Auswahl oder Selection treffen. Er wird diejenigen Pflanzen herausſuchen, welche die ihm erwünſchte Blüthenfarbe am meiſten ausgeprägt zeigen. Gerade dieſe Blüthenfarbe iſt ein ſehr veränderlicher Gegenſtand. Zum Beiſpiel zeigen Pflanzen, welche in der Regel eine weiße Blüthe beſitzen, ſehr häufig Abweichungen in's Blaue oder Rothe hinein. Geſetzt nun, der Gärtner wünſcht eine ſolche, gewöhnlich weiß blühende Pflanze in rother Farbe zu erhalten, ſo würde er ſehr ſorgfältig unter den mancherlei verſchiedenen Individuen, die Abkömmlinge einer und derſelben Samenpflanze ſind, diejenigen herausſuchen, die am deutlichſten einen rothen Anflug zeigen, und dieſe ausſchließlich ausſäen, um neue Individuen derſelben Art zu erzielen. Er würde die übrigen Samenpflanzen, die weiße oder weniger deutlich rothe Farbe zeigen, ausfallen laſſen und nicht weiter cultiviren. Ausſchließlich die einzelnen Pflanzen, deren Blüthen das ſtärkſte Roth zeigen, würde er fortpflanzen, und die Samen, welche dieſe auserleſenen Pflanzen bringen, würde er wieder ausſäen. Von den Samenpflanzen dieſer zweiten Generation würde er wiederum diejenigen ſorgfältig herausleſen, die das Rothe, das nun der größte Theil der Samenpflanzen zeigen

würde, am deutlichſten ausgeprägt haben. Wenn eine ſolche Auslese durch eine Reihe von ſechs oder zehn Generationen hindurch geſchieht, wenn immer mit großer Sorgfalt diejenige Blüthe ausgeſucht wird, die das tiefſte Roth zeigt, ſo wird der Gärtner ſchließlich die gewünſchte Pflanze mit rein rother Blüthenfarbe bekommen.

Ebenſo verfährt der Landwirth, welcher eine beſondere Thierraſſe züchten will, alſo z. B. eine Schafſorte, welche ſich durch beſonders feine Wolle auszeichnet. Das einzige Verfahren, welches bei der Vervollkommnung der Wolle angewandt wird, beſteht darin, daß der Landwirth mit der größten Sorgfalt und Ausdauer unter der ganzen Schafheerde diejenigen Individuen ausſucht, die die feinſte Wolle haben. Dieſe allein werden zur Nachzucht verwandt, und unter der Nachkommenſchaft dieſer Auserwählten werden abermals diejenigen herausgeſucht, die ſich durch die feinſte Wolle auszeichnen u. ſ. f. Wenn dieſe ſorgfältige Ausleſe eine Reihe von Generationen hindurch fortgeſetzt wird, ſo zeichnen ſich zuletzt die auserleſenen Zuchtſchafe durch eine Wolle aus, welche ſehr auffallend, und zwar nach dem Wunſche und zu Gunſten des Züchters, von der Wolle des urſprünglichen Stammvaters verſchieden iſt.

Die Unterſchiede der einzelnen Individuen, auf die es bei dieſer künſtlichen Ausleſe ankommt, ſind ſehr klein. Ein gewöhnlicher ungeübter Menſch iſt nicht im Stande, die ungemein feinen Unterſchiede der Einzelweſen zu erkennen, welche ein geübter Züchter auf den erſten Blick wahrnimmt. Das Geſchäft des Züchters iſt keine leichte Kunſt; daſſelbe erfordert einen außerordentlich ſcharfen Blick, eine große Geduld, eine äußerſt ſorgſame Behandlungsweiſe der zu züchtenden Organismen. Bei jeder einzelnen Generation fallen die Unterſchiede der Individuen dem Laien vielleicht gar nicht in das Auge; aber durch die Häufung dieſer feinen Unterſchiede während einer Reihe von Generationen wird die Abweichung von der Stammform zuletzt ſehr bedeutend. Sie wird ſo auffallend, daß endlich die künſtlich erzeugte Form von der urſprünglichen Stammform in weit höherem Grade abweichen kann, als zwei ſogenannte gute Arten im

Naturzustande thun. Die Züchtungskunst ist jetzt so weit gediehen, daß der Mensch oft willkürlich bestimmte Eigenthümlichkeiten bei den cultivirten Arten der Thiere und Pflanzen erzeugen kann. Man kann an die geübtesten Gärtner und Landwirthe bestimmte Aufträge geben, und z. B. sagen: Ich wünsche diese Pflanzenart in der und der Farbe mit der und der Zeichnung zu haben. Wo die Züchtung so vervollkommnet ist, wie in England, sind die Gärtner und Landwirthe häufig im Stande, innerhalb einer bestimmten Zeitdauer, nach Verlauf einer Anzahl von Generationen, das verlangte Resultat auf Bestellung zu liefern. Einer der erfahrensten englischen Züchter, Sir John Sebright, konnte sagen „er wolle eine ihm aufgegebene Feder in drei Jahren hervorbringen, er bedürfe aber sechs Jahre, um eine gewünschte Form des Kopfes und Schnabels zu erlangen". Bei der Zucht der Merinoschafe in Sachsen werden die Thiere dreimal wiederholt neben einander auf Tische gelegt und auf das Sorgfältigste vergleichend studirt. Jedesmal werden nur die besten Schafe, mit der feinsten Wolle, ausgelesen, so daß zuletzt von einer großen Menge nur einzelne wenige, aber ganz auserlesen feine Thiere übrig bleiben. Nur diese letzten werden zur Nachzucht verwandt. Es sind also, wie Sie sehen, ungemein einfache Ursachen, mittelst welcher die künstliche Züchtung zuletzt große Wirkungen hervorbringt; und diese großen Wirkungen werden nur erzielt durch Summirung der einzelnen an sich sehr unbedeutenden Unterschiede, welche die fortwährend wiederholte Auslese oder Selection vergrößert.

Ehe wir nun zur Vergleichung dieser künstlichen Züchtung mit der natürlichen übergehen, wollen wir uns klar machen, welche natürlichen Eigenschaften der Organismen der künstliche Züchter oder Cultivateur benutzt. Man kann alle verschiedenen Eigenschaften, die hierbei in das Spiel kommen, schließlich zurückführen auf zwei physiologische Grundeigenschaften des Organismus, die sämmtlichen Thieren und Pflanzen gemeinschaftlich sind, und die mit den beiden Thätigkeiten der Fortpflanzung und Ernährung auf das Innigste zusammenhängen. Diese beiden Grundeigenschaften sind die Erblich-

keit oder die Fähigkeit der Vererbung, und die Veränderlichkeit oder die Fähigkeit der Anpassung. Der Züchter geht aus von der Thatsache, daß alle Individuen einer und derselben Art verschieden sind, wenn auch in sehr geringem Grade, eine Thatsache, die sowohl von den Organismen im wilden wie im Culturzustande gilt. Wenn Sie sich in einem Walde umsehen, der nur aus einer einzigen Baumart, z. B. Buche, besteht, werden Sie ganz gewiß im ganzen Walde nicht zwei Bäume dieser Art finden, die absolut gleich sind, die in der Form der Verästelung, in der Zahl der Zweige und Blätter, der Blüthen und Früchte, sich vollkommen gleichen. Es finden sich individuelle Unterschiede überall, gerade so wie bei den Menschen. Es giebt nicht zwei Menschen, welche absolut identisch sind, vollkommen gleich in Größe, Gesichtsbildung, Zahl der Haare, Temperament, Charakter u. s. w. Ganz dasselbe gilt aber auch von den Einzelwesen aller verschiedenen Thier- und Pflanzenarten. Bei den meisten Organismen erscheinen allerdings die Unterschiede für den Laien sehr geringfügig. Es kommt aber hierbei wesentlich an auf die Uebung in der Erkenntniß dieser oft sehr feinen Formcharaktere. Ein Schafhirt z. B. kennt in seiner Heerde jedes einzelne Individuum bloß durch genaue Beobachtung der Eigenschaften, während ein Laie nicht im Stande ist, alle die verschiedenen Individuen einer und derselben Heerde zu unterscheiden.

Die Thatsache der individuellen Verschiedenheit ist die äußerst wichtige Grundlage, auf welche sich das ganze Züchtungsvermögen des Menschen gründet. Wenn nicht überall jene individuellen Unterschiede wären, so könnte er nicht aus einer und derselben Stammform eine Masse verschiedener Spielarten oder Rassen erziehen. Nun ist aber in der That diese Erscheinung ganz allgemein. Wir müssen nothwendig dieselbe auch da voraussetzen, wo wir mit unseren groben sinnlichen Hülfsmitteln nicht im Stande sind, die Unterschiede zu erkennen. Bei den höheren Pflanzen, bei den Phanerogamen oder Blüthenpflanzen, wo die einzelnen individuellen Stöcke so zahlreiche Unterschiede in der Zahl der Aeste und Blätter,

in der Bildung des Stammes und der Aeste zeigen, können wir fast immer jene Differenzen leicht wahrnehmen. Aber bei den niederen Pflanzen, z. B. Moosen, Algen, Pilzen, und bei den meisten Thieren, namentlich den niederen Thieren, ist dies nicht der Fall. Die individuelle Unterscheidung aller Einzelwesen einer Art ist hier meistens äußerst schwierig oder ganz unmöglich. Es liegt jedoch kein Grund vor, bloß denjenigen Organismen eine individuelle Verschiedenheit zuzuschreiben, bei denen wir sie sogleich erkennen können. Vielmehr können wir dieselbe mit voller Sicherheit als allgemeine Eigenschaft aller Organismen annehmen. Wir dürfen dies um so mehr, da wir im Stande sind, die Veränderlichkeit der Individuen zurückzuführen auf die mechanischen Verhältnisse der Ernährung. Wir können wirklich allein durch Beeinflussung der Ernährung auffallende individuelle Unterschiede da hervorbringen, wo sie unter nicht veränderten Ernährungsverhältnissen nicht wahrzunehmen sein würden. Die vielen verwickelten Bedingungen der Ernährung sind aber niemals bei zwei Individuen einer Art absolut gleich.

Ebenso nun, wie wir die Veränderlichkeit oder Anpassungsfähigkeit in ursächlichem Zusammenhang mit den allgemeinen Ernährungsverhältnissen der Thiere und Pflanzen sehen, ebenso finden wir die zweite fundamentale Lebenserscheinung, mit der wir es hier zu thun haben, nämlich die Vererbungsfähigkeit oder Erblichkeit, in unmittelbarem Zusammenhang mit den Erscheinungen der Fortpflanzung. Das zweite, was der Landwirth und der Gärtner bei der künstlichen Züchtung thut, nachdem er ausgesucht, also die Veränderlichkeit benutzt hat, ist, daß er die veränderten Formen durch Vererbung festzuhalten und auszubilden sucht. Er geht von der allgemeinen Thatsache aus, daß die Kinder ihren Eltern ähnlich sind: „Der Apfel fällt nicht weit vom Stamm." Diese Erscheinung der Erblichkeit ist bisher in sehr geringem Maaße wissenschaftlich untersucht worden, was zum Theil daran liegen mag, daß die Erscheinung zu alltäglich ist. Jedermann findet es ganz natürlich, daß eine jede Art ihres Gleichen erzeugt, daß nicht plötzlich ein Pferd eine Gans

oder eine Gans einen Frosch erzeugt. Man ist gewöhnt, diese alltäglichen Vorgänge der Erblichkeit als selbstverständlich anzusehen. Nun ist aber diese Erscheinung nicht so selbstverständlich einfach, wie sie auf den ersten Blick erscheint, und namentlich wird sehr häufig bei der Betrachtung der Erblichkeit übersehen, daß die verschiedenen Nachkommen, die von einem und demselben Elternpaar herstammen, in der That niemals einander ganz gleich, auch niemals absolut gleich den Eltern, sondern immer ein wenig verschieden sind. Wir können den Grundsatz der Erblichkeit nicht dahin formuliren: „Gleiches erzeugt Gleiches", sondern wir müssen ihn vielmehr bedingter dahin aussprechen: „Aehnliches erzeugt Aehnliches". Der Gärtner wie der Landwirth benutzt in dieser Beziehung die Thatsache der Vererbung im weitesten Umfang, und zwar mit besonderer Rücksicht darauf, daß nicht allein diejenigen Eigenschaften von den Organismen vererbt werden, die sie bereits von den Eltern ererbt haben, sondern auch diejenigen, die sie selbst erworben haben. Das ist ein höchst wichtiger Punkt, auf den sehr Viel ankommt. Der Organismus vermag nicht allein auf seine Nachkommen diejenigen Eigenschaften, diejenige Gestalt, Farbe, Größe zu übertragen, die er selbst von seinen Eltern ererbt hat; er vermag auch Abänderungen dieser Eigenschaften zu vererben, die er erst während seines Lebens durch den Einfluß äußerer Umstände, des Klimas, der Nahrung, der Erziehung u. s. w. erworben hat.

Das sind die beiden Grundeigenschaften der Thiere und Pflanzen, welche die Züchter benutzen, um neue Formen zu erzeugen. So außerordentlich einfach das theoretische Princip der Züchtung ist, so schwierig und ungeheuer verwickelt ist im Einzelnen die practische Verwerthung dieses einfachen Princips. Der denkende, planmäßig arbeitende Züchter muß die Kunst verstehen, die allgemeine Wechselwirkung zwischen den beiden Grundeigenschaften der Erblichkeit und Veränderlichkeit richtig in jedem einzelnen Falle zu verwerthen.

Wenn wir nun die eigentliche Natur jener beiden wichtigen Lebenseigenschaften untersuchen, so finden wir, daß wir sie, gleich allen physiologischen Functionen, auf physikalische und chemische Ursachen

zurückführen können; auf Eigenſchaften und Bewegungserſcheinungen der materiellen Theilchen, aus denen der Körper der Thiere und Pflanzen beſteht. Wie wir ſpäter bei einer genaueren Betrachtung dieſer beiden Functionen zu begründen haben werden, iſt ganz allgemein ausgedrückt die Vererbung weſentlich bedingt durch die materielle Continuität, durch die theilweiſe ſtoffliche Gleichheit des erzeugenden und des gezeugten Organismus, der Eltern und des Kindes. Bei jedem Zeugungsacte wird eine gewiſſe Menge von Protoplasma oder eiweißartiger Materie von den Eltern auf das Kind übertragen, und mit dieſem Protoplasma wird zugleich die demſelben individuell eigenthümliche Molekular-Bewegung übertragen. Dieſe molekularen Bewegungserſcheinungen des Protoplasma, welche die Lebenserſcheinungen hervorrufen und als die wahre Urſache derſelben wirken, ſind aber bei allen lebenden Individuen mehr oder weniger verſchieden; ſie ſind unendlich mannichfaltig.

Andererſeits iſt die Anpaſſung oder Abänderung lediglich die Folge der materiellen Einwirkungen, welche die Materie des Organismus durch die denſelben umgebende Materie erfährt, in der weiteſten Bedeutung des Wortes durch die Lebensbedingungen. Die äußeren Einwirkungen der letzteren werden vermittelt durch die molekularen Ernährungsvorgänge in den einzelnen Körpertheilen. Bei jedem Anpaſſungsacte wird im ganzen Individuum oder in einem Theile deſſelben die individuelle, jedem Theile eigenthümliche Molekularbewegung des Protoplasma durch mechaniſche, durch phyſikaliſche oder chemiſche Einwirkungen anderer Körper geſtört und verändert. Es werden alſo die angeborenen, ererbten Lebensbewegungen des Plasma, die molekularen Bewegungserſcheinungen der kleinſten eiweißartigen Körpertheilchen dadurch mehr oder weniger modificirt. Die Erſcheinung der Anpaſſung oder Abänderung beruht mithin auf der materiellen Einwirkung, welche der Organismus durch ſeine Umgebung oder ſeine Exiſtenzbedingungen erleidet, während die Vererbung in der theilweiſen Identität des zeugenden und des erzeugten Organis-

mus begründet iſt. Das ſind die eigentlichen, einfachen, mechaniſchen Grundlagen des künſtlichen Züchtungsproceſſes.

Darwin frug ſich nun: Kommt ein ähnlicher Züchtungsproceß in der Natur vor, und giebt es in der Natur Kräfte, welche die Thätigkeit des Menſchen bei der künſtlichen Züchtung erſetzen können? Giebt es ein natürliches Verhältniß unter den wilden Thieren und Pflanzen, welches züchtend wirken kann, welches ausleſend wirkt in ähnlicher Weiſe, wie bei der künſtlichen Zuchtwahl oder Züchtung der planmäßige Wille des Menſchen eine Auswahl übt? Auf die Entdeckung eines ſolchen Verhältniſſes kam hier alles an und ſie gelang Darwin in ſo befriedigender Weiſe, daß wir eben deshalb ſeine Züchtungslehre oder Selectionstheorie als vollkommen ausreichend betrachten, um die Entſtehung der wilden Thier- und Pflanzenarten mechaniſch zu erklären. Dasjenige Verhältniß, welches im freien Naturzuſtande züchtend und umbildend auf die Formen der Thiere und Pflanzen einwirkt, bezeichnet Darwin mit dem Ausdruck: „Kampf um's Daſein“ (Struggle for life).

Der „Kampf ums Daſein“ iſt raſch ein Stichwort des Tages geworden. Trotzdem iſt dieſe Bezeichnung vielleicht in mancher Beziehung nicht ganz glücklich gewählt, und würde wohl ſchärfer gefaßt werden können als „Mitbewerbung um die nothwendigen Exiſtenzbedürfniſſe“. Man hat nämlich unter dem „Kampfe um das Daſein“ manche Verhältniſſe begriffen, die eigentlich im ſtrengen Sinne nicht hierher gehören. Zu der Idee des „Struggle for life“ gelangte Darwin, wie aus dem im letzten Vortrage mitgetheilten Briefe erſichtlich iſt, durch das Studium des Buches von Malthus „über die Bedingungen und die Folgen der Volksvermehrung“. In dieſem wichtigen Werke wurde der Beweis geführt, daß die Zahl der Menſchen im Ganzen durchſchnittlich in geometriſcher Progreſſion wächſt, während die Menge ihrer Nahrungsmittel nur in arithmetiſcher Progreſſion zunimmt. Aus dieſem Mißverhältniſſe entſpringen eine Maſſe von Uebelſtänden in der menſchlichen Geſellſchaft, welche einen beſtändigen Wettkampf der Menſchen um die Er-

langung der nothwendigen, aber nicht für Alle ausreichenden Unterhaltsmittel veranlaſſen.

Darwin's Theorie vom Kampfe um das Daſein iſt gewiſſermaßen eine allgemeine Anwendung der Bevölkerungstheorie von Malthus auf die Geſammtheit der organiſchen Natur. Sie geht von der Erwägung aus, daß die Zahl der möglichen organiſchen Individuen, welche aus den erzeugten Keimen hervorgehen könnten, viel größer iſt, als die Zahl der wirklichen Individuen, welche thatſächlich gleichzeitig auf der Erdoberfläche leben. Die Zahl der möglichen oder potentiellen Individuen wird uns gegeben durch die Zahl der Eier und der ungeſchlechtlichen Keime, welche die Organismen erzeugen. Die Zahl dieſer Keime, aus deren jedem unter günſtigen Verhältniſſen ein Individuum entſtehen könnte, iſt ſehr viel größer, als die Zahl der wirklichen oder actuellen Individuen, d. h. derjenigen, welche wirklich aus dieſen Keimen entſtehen, zum Leben gelangen und ſich fortpflanzen. Die bei weitem größte Zahl aller Keime geht in der früheſten Lebenszeit zu Grunde, und es ſind immer nur einzelne bevorzugte Organismen, welche ſich ausbilden können, welche namentlich die erſte Jugendzeit glücklich überſtehen und ſchließlich zur Fortpflanzung gelangen. Dieſe wichtige Thatſache wird einfach bewieſen durch die Vergleichung der Eierzahl bei den einzelnen Arten mit der Zahl der Individuen, die von dieſen Arten exiſtiren. Dieſe Zahlenverhältniſſe zeigen die auffallendſten Widerſprüche. Es giebt z. B. Hühnerarten, welche ſehr zahlreiche Eier legen, und die dennoch zu den ſeltenſten Vögeln gehören; und derjenige Vogel, der der gemeinſte von allen ſein ſoll, der Eisſturmvogel (Procellaria glacialis), legt nur ein einziges Ei. Ebenſo iſt das Verhältniß bei anderen Thieren. Es giebt viele, ſehr ſeltene, wirbelloſe Thiere, welche eine ungeheure Maſſe von Eiern legen; und wieder andere, die nur ſehr wenige Eier produciren und doch zu den gemeinſten Thieren gehören. Denken Sie z. B. an das Verhältniß, welches ſich bei den menſchlichen Bandwürmern findet. Jeder Bandwurm erzeugt binnen kurzer Zeit Millionen von Eiern, während der Menſch, der den

Bandwurm beherbergt, eine viel geringere Zahl Eier in ſich bildet; und dennoch iſt glücklicher Weiſe die Zahl der Bandwürmer viel geringer, als die der Menſchen. Unter den Pflanzen ſind viele prachtvolle Orchideen, die Tauſende von Samen erzeugen, ſehr ſelten, und einige aſterähnliche Compoſiten, die nur wenige Samen bilden, äußerſt gemein.

Dieſe wichtige Thatſache ließe ſich noch durch eine ungeheure Maſſe anderer Beiſpiele erläutern. Es bedingt alſo offenbar nicht die Zahl der wirklich vorhandenen Keime die Zahl der ſpäter in's Leben tretenden und ſich am Leben erhaltenden Individuen, ſondern es iſt vielmehr die Zahl dieſer letzteren durch ganz andere Verhältniſſe bedingt, zumal durch die Wechſelbeziehungen, in denen ſich der Organismus zu ſeiner organiſchen, wie anorganiſchen Umgebung befindet. Jeder Organismus kämpft von Anbeginn ſeiner Exiſtenz an mit einer Anzahl von feindlichen Einflüſſen, er kämpft mit Thieren, welche von dieſem Organismus leben, denen er als natürliche Nahrung dient, mit Raubthieren und mit Schmarotzerthieren; er kämpft mit anorganiſchen Einflüſſen der verſchiedenſten Art, mit Temperatur, Witterung und anderen Umſtänden; er kämpft aber (und das iſt viel wichtiger!) vor allem mit den ihm ähnlichſten, gleichartigen Organismen. Jedes Individuum einer jeden Thier- und Pflanzenart iſt im heftigſten Wettſtreit mit den anderen Individuen derſelben Art begriffen, die mit ihm an demſelben Orte leben. Die Mittel zum Lebensunterhalt ſind in der Oeconomie der Natur nirgends in Fülle ausgeſtreut, vielmehr im Ganzen ſehr beſchränkt, und nicht entfernt für die Maſſe von Individuen ausreichend, die ſich aus den Keimen entwickeln könnte. Daher müſſen bei den meiſten Thier- und Pflanzenarten die jugendlichen Individuen es ſich recht ſauer werden laſſen, um die nöthigen Mittel zum Lebensunterhalte zu erlangen. Nothwendiger Weiſe entwickelt ſich daraus ein Wettkampf zwiſchen denſelben um die Erlangung dieſer unentbehrlichen Exiſtenzbedingungen.

Dieſer große Wettkampf um die Lebensbedürfniſſe findet überall und jederzeit ſtatt, ebenſo bei den Menſchen und Thieren, wie bei den

Pflanzen, bei welchen auf den erſten Blick dies Verhältniß nicht ſo klar am Tage zu liegen ſcheint. Wenn ein kleines Ackerfeld übermäßig reichlich mit Weizen beſäet iſt, ſo kann von den zahlreichen jungen Weizenpflanzen (vielleicht von einigen Tauſenden), die auf einem ganz beſchränkten Raume emporkeimen, nur ein ganz kleiner Bruchtheil ſich am Leben erhalten. Da findet ein Wettkampf um den Bodenraum ſtatt, den jede Pflanze zur Befeſtigung ihrer Wurzel braucht; ein Wettkampf um Sonnenlicht und Feuchtigkeit. Ebenſo finden Sie bei jeder Thierart, daß alle Individuen einer und derſelben Art mit einander um die Erlangung der unentbehrlichen Lebensbedingungen im weiteren Sinne des Worts kämpfen. Allen ſind ſie gleich unentbehrlich; aber nur wenigen werden ſie wirklich zu Theil. Alle ſind berufen; aber wenige ſind auserwählt! Die Thatſache des großen Wettkampfes iſt ganz allgemein. Sie brauchen bloß Ihren Blick auf die menſchliche Geſellſchaft zu lenken, in der ja überall, in allen verſchiedenen Fächern der menſchlichen Thätigkeit, dieſer Wettkampf ebenfalls exiſtirt. Auch hier werden die Verhältniſſe des Wettkampfes weſentlich durch die freie Concurrenz der verſchiedenen Arbeiter einer und derſelben Claſſe beſtimmt. Auch hier, wie überall, ſchlägt dieſer Wettkampf zum Vortheil der Sache aus, zum Vortheil der Arbeit, welche der Gegenſtand der Concurrenz iſt. Je größer und allgemeiner der Wettkampf oder die Concurrenz, deſto ſchneller häufen ſich die Verbeſſerungen und Erfindungen auf dieſem Arbeitsgebiete, deſto mehr vervollkommnen ſich die Arbeiter.

Nun iſt offenbar die Stellung der verſchiedenen Individuen in dieſem Kampfe um das Daſein ganz ungleich. Ausgehend wieder von der thatſächlichen Ungleichheit der Individuen, müſſen wir überall nothwendig annehmen, daß nicht alle Individuen einer und derſelben Art gleich günſtige Ausſichten haben. Schon von vornherein ſind dieſelben durch ihre verſchiedenen Kräfte und Fähigkeiten verſchieden im Wettkampfe geſtellt, abgeſehen davon, daß die Exiſtenzbedingungen an jedem Punkt der Erdoberfläche verſchieden ſind und verſchieden einwirken. Offenbar waltet hier ein unendlich verwickeltes Getriebe

TAYLOR INST. OXFORD

von Einwirkungen, die im Vereine mit der urſprünglichen Ungleichheit der Individuen während des beſtehenden Wettkampfes um die Erlangung der Exiſtenzbedingungen einzelne Individuen bevorzugen, andere benachtheiligen. Die bevorzugten Individuen werden über die anderen den Sieg erlangen, und während die letzteren in mehr oder weniger früher Zeit zu Grunde gehen, ohne Nachkommen zu hinterlaſſen, werden die erſteren allein jene überleben können und ſchließlich zur Fortpflanzung gelangen. Indem alſo vorausſichtlich oder doch vorwiegend die im Kampfe um das Daſein begünſtigten Einzelweſen zur Fortpflanzung gelangen, werden wir (ſchon allein in Folge dieſes Verhältniſſes) in der nächſten Generation, die von dieſer erzeugt wird, Unterſchiede von der vorhergehenden wahrnehmen. Es werden ſchon die Individuen dieſer zweiten Generation, wenn auch nicht alle, doch zum Theil, durch Vererbung den individuellen Vortheil überkommen haben, durch welchen ihre Eltern über deren Nebenbuhler den Sieg davon trugen.

Nun wird aber — und das iſt ein ſehr wichtiges Vererbungsgeſetz — wenn eine Reihe von Generationen hindurch eine ſolche Uebertragung eines günſtigen Charakters ſtattfindet, derſelbe nicht einfach in der urſprünglichen Weiſe übertragen, ſondern er wird fortwährend gehäuft und geſtärkt und gelangt ſchließlich in einer ſpäteren Generation zu einer Stärke, welche dieſe Generation ſchon ſehr weſentlich von der urſprünglichen Stammform unterſcheidet. Laſſen Sie uns zum Beiſpiel eine Anzahl von Pflanzen einer und derſelben Art betrachten, die an einem ſehr trocknen Standort zuſammen wachſen. Da die Haare der Blätter für die Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Luft ſehr nützlich ſind, und da die Behaarung der Blätter ſehr veränderlich iſt, ſo werden an dieſem ungünſtigen Standorte, wo die Pflanzen direct mit dem Mangel an Waſſer kämpfen und dann noch einen Wettkampf unter einander um die Erlangung des Waſſers beſtehen, die Individuen mit den dichteſt behaarten Blättern bevorzugt ſein. Dieſe werden allein aushalten, während die anderen, mit kahleren Blättern, zu Grunde gehen; die behaarteren werden ſich fortpflanzen,

und die Abkömmlinge derſelben werden ſich durchſchnittlich durch dichte und ſtarke Behaarung mehr auszeichnen, als es bei den Individuen der erſten Generation der Fall war. Geht dieſer Proceß an einem und demſelben Orte mehrere Generationen fort, ſo entſteht ſchließlich eine ſolche Häufung des Charakters, eine ſolche Vermehrung der Haare auf der Blattoberfläche, daß eine ganz neue Art erſcheint.

Dabei iſt zu berückſichtigen, daß in Folge der Wechſelbeziehungen aller Theile jedes Organismus zu einander in der Regel nicht ein einzelner Theil ſich verändern kann, ohne zugleich Aenderungen in anderen Theilen nach ſich zu ziehen. Wenn alſo im letzten Beiſpiel die Zahl der Haare auf den Blättern bedeutend zunimmt, ſo wird dadurch anderen Theilen eine gewiſſe Menge von Nahrungsmaterial entzogen; das Material, welches zur Blüthenbildung oder Samenbildung verwendet werden könnte, wird verringert, und es wird dann die geringere Größe der Blüthe oder des Samens die mittelbare oder indirecte Folge des Kampfes um's Daſein werden, welcher zunächſt nur eine Veränderung der Blätter bewirkte. Der Kampf um das Daſein wirkt alſo in dieſem Falle züchtend und umbildend. Das Ringen der verſchiedenen Individuen um die Erlangung der nothwendigen Exiſtenzbedingungen, oder im weiteſten Sinne gefaßt, die Wechſelbeziehungen der Organismen zu ihrer geſammten Umgebung, bewirken Formveränderungen wie ſie im Culturzuſtande durch die Thätigkeit des züchtenden Menſchen hervorgebracht werden.

Auf den erſten Blick wird Ihnen dieſer Gedanke vielleicht ſehr unbedeutend und kleinlich erſcheinen, und Sie werden nicht geneigt ſein, der Thätigkeit jenes Verhältniſſes ein ſolches Gewicht einzuräumen, wie dieſelbe in der That beſitzt. Ich muß mir daher vorbehalten, in einem ſpäteren Vortrage an weiteren Beiſpielen das ungeheuer weit reichende Umgeſtaltungsvermögen der natürlichen Züchtung Ihnen vor Augen zu führen. Vorläufig beſchränke ich mich darauf, nochmals die beiden Vorgänge der künſtlichen und natürlichen Züchtung neben einander zu ſtellen und Uebereinſtimmung und Unterſchied in beiden Züchtungsproceſſen ſcharf gegen einander zu halten.

Natürliche ſowohl als künſtliche Züchtung ſind ganz einfache, natürliche, mechaniſche Lebensverhältniſſe, welche auf der Wechſelwirkung zweier phyſiologiſcher Functionen beruhen, nämlich der Anpaſſung und der Vererbung, Functionen, die als ſolche wieder auf phyſikaliſche und chemiſche Eigenſchaften der organiſchen Materie zurückzuführen ſind. Ein Unterſchied beider Züchtungsformen beſteht darin, daß bei der künſtlichen Züchtung der Wille des Menſchen planmäßig die Auswahl oder Ausleſe betreibt, während bei der natürlichen Züchtung der Kampf um das Daſein (jenes allgemeine Wechſelverhältniß der Organismen) planlos wirkt, aber übrigens ganz daſſelbe Reſultat erzeugt, nämlich eine Auswahl oder Selection beſonders gearteter Individuen zur Nachzucht. Die Veränderungen, welche durch die Züchtung hervorgebracht werden, ſchlagen bei der künſtlichen Züchtung zum Vortheil des züchtenden Menſchen aus, bei der natürlichen Züchtung dagegen zum Vortheil des gezüchteten Organismus ſelbſt, wie es in der Natur der Sache liegt.

Das ſind die weſentlichſten Unterſchiede und Uebereinſtimmungen zwiſchen beiderlei Züchtungsarten. Dann iſt aber noch zu berückſichtigen, daß ein weiterer Unterſchied in der Zeitdauer beſteht, welche für den Züchtungsproceß in beiderlei Arten erforderlich iſt. Der Menſch vermag bei der künſtlichen Zuchtwahl in viel kürzerer Zeit ſehr bedeutende Veränderungen hervorzubringen, während bei der natürlichen Zuchtwahl Aehnliches erſt in viel längerer Zeit zu Stande gebracht wird. Das beruht darauf, daß der Menſch die Ausleſe viel ſorgfältiger betreiben kann. Der Menſch kann unter einer großen Anzahl von Individuen mit der größten Sorgfalt einzelne herausleſen, die übrigen ganz fallen laſſen, und bloß die bevorzugten zur Fortpflanzung verwenden, während das bei der natürlichen Zuchtwahl nicht der Fall iſt. Da werden ſich eine Zeit lang neben den bevorzugten, zuerſt zur Fortpflanzung gelangenden Individuen auch noch einzelne oder viele von den übrigen, weniger ausgezeichneten Individuen fortpflanzen. Ferner iſt der Menſch im Stande, die Kreuzung zwiſchen der urſprünglichen und der neuen Form zu verhüten,

die bei der natürlichen Züchtung oft nicht zu vermeiden iſt. Wenn aber eine ſolche Kreuzung, d. h. eine geſchlechtliche Verbindung der neuen Abart mit der urſprünglichen Stammform ſtattfindet, ſo ſchlägt die dadurch erzeugte Nachkommenſchaft leicht in die letztere zurück. Bei der natürlichen Züchtung kann eine ſolche Kreuzung nur dann ſicher vermieden werden, wenn die neue Abart ſich durch Wanderung von der alten Stammform abſondert und iſolirt.

Die natürliche Züchtung wirkt daher ſehr viel langſamer; ſie erfordert viel längere Zeiträume, als der künſtliche Züchtungsproceß. Aber eine weſentliche Folge dieſes Unterſchiedes iſt, daß dann auch das Product der künſtlichen Zuchtwahl viel leichter wieder verſchwindet, und die neu erzeugte Form in die ältere zurückſchlägt, während das bei der natürlichen Züchtung nicht der Fall iſt. Die neuen Arten oder Species, welche aus der natürlichen Züchtung entſtehen, erhalten ſich viel conſtanter, ſchlagen viel weniger leicht in die Stammform zurück, als es bei den künſtlichen Züchtungsproducten der Fall iſt, und ſie erhalten ſich auch demgemäß eine viel längere Zeit hindurch beſtändig, als die künſtlichen Raſſen, die der Menſch erzeugt. Aber das ſind nur untergeordnete Unterſchiede, die ſich durch die verſchiedenen Bedingungen der natürlichen und der künſtlichen Ausleſe erklären, und die auch weſentlich nur die Zeitdauer betreffen. Das Weſen und die Mittel der Formveränderung ſind bei der künſtlichen und natürlichen Züchtung ganz dieſelben.

Die gedankenloſen und unwiſſenden Gegner Darwin's werden nicht müde zu behaupten, daß ſeine Selectionstheorie eine bodenloſe Vermuthung oder wenigſtens eine Hypotheſe ſei, welche erſt bewieſen werden müſſe. Daß dieſe Behauptung vollkommen unbegründet iſt, können Sie ſchon aus den ſo eben erörterten Grundzügen der Züchtungslehre ſelbſt entnehmen. Darwin nimmt als wirkende Urſachen für die Umbildung der organiſchen Geſtalten keinerlei unbekannte Naturkräfte oder hypothetiſche Verhältniſſe an, ſondern einzig und allein die allgemein bekannten Lebensthätigkeiten aller Organismen, welche wir als Vererbung und Anpaſſung bezeichnen. Jeder phyſio-

logiſch gebildete Naturforſcher weiß, daß dieſe beiden Functionen unmittelbar mit den Thätigkeiten der Fortpflanzung und Ernährung zuſammenhängen, und gleich allen anderen Lebenserſcheinungen mechaniſche Naturproceſſe ſind, d. h. auf molekularen Bewegungserſcheinungen der organiſchen Materie beruhen. Daß die Wechſelwirkung dieſer beiden Functionen an einer beſtändigen langſamen Umbildung der organiſchen Formen arbeitet, und daß dieſe zur Entſtehung neuer Arten führt, wird mit Nothwendigkeit durch den Kampf um's Daſein bedingt. Dieſer iſt aber eben ſo wenig ein hypothetiſches oder des Beweiſes bedürftiges Verhältniß, als jene Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung. Vielmehr iſt der Kampf um's Daſein eine mathematiſche Nothwendigkeit, welche aus dem Mißverhältniß zwiſchen der beſchränkten Zahl der Stellen im Naturhaushalt und der übermäßigen Zahl der organiſchen Keime entſpringt. Durch die activen und paſſiven Wanderungen der Thiere und Pflanzen, welche überall und zu jeder Zeit ſtattfinden, wird außerdem noch die Entſtehung neuer Arten in hohem Maße begünſtigt und gefördert. Die Entſtehung neuer Species durch die natürliche Züchtung, oder was daſſelbe iſt, durch die Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung im Kampfe um's Daſein, iſt mithin eine mathematiſche Naturnothwendigkeit, welche keines weiteren Beweiſes bedarf. Wer auch bei dem gegenwärtigen Zuſtande unſeres Wiſſens immer noch nach Beweiſen für die Selectionstheorie verlangt, der beweiſt dadurch nur, daß er entweder dieſelbe nicht vollſtändig verſteht, oder mit den biologiſchen Thatſachen, mit dem empiriſchen Wiſſensſchatz der Anthropologie, Zoologie und Botanik nicht hinreichend vertraut iſt.

Wie faſt jede große und bahnbrechende Idee, ſo hat auch Darwin's Selectionstheorie ſchon in früherer Zeit ihre Vorläufer gehabt; und zwar iſt es wieder unſer großer Königsberger Philoſoph Immanuel Kant, bei dem wir ſchon ein Jahrhundert vor Darwin die erſten Keime jener Theorie vorfinden. Wie Fritz Schultze in ſeiner früher (S. 90) hervorgehobenen Schrift über „Kant und Darwin" (1875) zuerſt gezeigt hat, erhebt ſich Kant ſchon um das Jahr

1757 (also mehr als hundert Jahre vor dem Erscheinen von Darwin's Hauptwerk) in seiner „physischen Geographie" zu verschiedenen Aussprüchen, „in denen sowohl der Gedanke einer Entwickelungsgeschichte der organischen Arten, als auch der Hinweis auf die Wichtigkeit der Zuchtwahl, der Anpassung und der Vererbung deutlich niedergelegt sind"; so z. B. in folgendem Satze: „Es ist aus der Verschiedenheit der Kost, der Luft und der Erziehung zu erklären, warum einige Hühner ganz weiß werden; und wenn man unter den vielen Küchlein, die von denselben Eltern geboren werden, nur die aussucht, die weiß sind, und sie zusammenthut, bekommt man endlich eine weiße Rasse, die nicht leicht anders ausschlägt." Ferner sagt er in der Abhandlung „von den verschiedenen Rassen der Menschen" (1775): „Auf der Möglichkeit, durch sorgfältige Aussonderung der ausartenden Geburten von den einschlagenden endlich einen dauerhaften Familienschlag zu errichten, beruht die Meinung, einen von Natur edlen Schlag Menschen zu ziehen, worin Verstand, Tüchtigkeit und Rechtschaffenheit erblich wären." Und wie wichtig dabei für Kant das Princip des „Kampfes um's Dasein" war, geht u. A. aus folgender Stelle der „pragmatischen Anthropologie" hervor: „Die Natur hat den Keim der Zwietracht in die Menschengattung gelegt, und diese ist das Mittel, die Perfectionirung des Menschen durch fortschreitende Cultur zu bewirken. Der innere oder äußere Krieg ist die Triebfeder, aus dem rohen Naturzustande in den bürgerlichen überzugehen, als ein Maschinenwesen, wo die einander entgegenstrebenden Kräfte zwar durch Reibung einander Abbruch thun, aber doch durch den Stoß oder Zug anderer Triebfedern im Gange erhalten werden."

Nächst diesen ältesten Spuren der Selections-Theorie bei Kant finden wir die ersten Andeutungen derselben in einer 1818 erschienenen (bereits 1813 vor der Royal Society gelesenen) Abhandlung von Dr. W. C. Wells, betitelt: „Nachricht über eine Frau der weißen Rasse, deren Haut zum Theil der eines Negers gleicht." Der Verfasser derselben führt an, daß Neger und Mulatten sich durch

Immunität gegen gewisse Tropenkrankheiten vor der weißen Rasse auszeichnen. Bei dieser Gelegenheit bemerkt er, daß alle Thiere bis zu einem gewissen Grade abzuändern streben, daß die Landwirthe durch Benutzung dieser Eigenschaft und durch Zuchtwahl ihre Hausthiere veredeln, und fährt dann fort: „Was aber im letzten Falle durch Kunst geschieht, scheint mit gleicher Wirksamkeit, wenn auch langsamer, bei der Bildung der Menschenrassen, die für die von ihnen bewohnten Gegenden eingerichtet sind, durch die Natur zu geschehen. Unter den zufälligen Varietäten von Menschen, die unter den wenigen und zerstreuten Einwohnern der mittleren Gegenden von Afrika auftreten, werden einige besser als andere die Krankheiten des Landes überstehen. In Folge davon wird sich diese Rasse vermehren, während die Anderen abnehmen, und zwar nicht bloß weil sie unfähig sind, die Erkrankungen zu überstehen, sondern weil sie nicht im Stande sind, mit ihren kräftigeren Nachbarn zu concurriren. Ich nehme als ausgemacht an, daß die Farbe dieser kräftigeren Rasse dunkel sein wird. Da aber die Neigung Varietäten zu bilden noch besteht, so wird sich eine immer dunklere Rasse im Laufe der Zeit ausbilden; und da die dunkelste am besten für das Klima paßt, so wird diese zuletzt in ihrer Heimath, wenn nicht die einzige, doch die herrschende werden."

Obwohl in diesem Aufsatze von Wells das Princip der natürlichen Züchtung deutlich ausgesprochen und anerkannt ist, so wird es doch bloß in sehr beschränkter Ausdehnung auf die Entstehung der Menschenrassen angewendet und nicht weiter für den Ursprung der Thier- und Pflanzen-Arten verwerthet. Das hohe Verdienst Darwin's, die Selectionstheorie selbstständig ausgebildet und zur vollen und verdienten Geltung gebracht zu haben, wird durch jene früheren, verborgen gebliebenen Bemerkungen von Kant und von Wells eben so wenig geschmälert, als durch einige fragmentarische Bemerkungen über natürliche Züchtung von Patrick Matthew, die in einem 1831 erschienenen Buche über „Schiffsbauholz und Baumcultur" versteckt sind. Auch der berühmte Reisende Alfred Wallace,

der unabhängig von Darwin die Selectionstheorie ausgebildet und 1858 gleichzeitig mit Darwin's erster Mittheilung veröffentlicht hatte, steht sowohl hinsichtlich der tiefen Auffassung, als der ausgedehnten Anwendung derselben, weit hinter seinem größeren und älteren Landsmanne zurück, der durch seine höchst umfassende und geniale Ausbildung der ganzen Lehre sich gerechten Anspruch erworben hat, die Theorie mit seinem Namen verbunden zu sehen.

Wenn die natürliche Züchtung, wie wir behaupten, die wichtigste unter den bewirkenden Ursachen ist, welche die wundervolle Mannichfaltigkeit des organischen Lebens auf der Erde hervorgebracht haben, so müssen auch die interessanten Erscheinungen des Menschenlebens zum größten Theile aus derselben Ursache erklärbar sein. Denn der Mensch ist ja nur ein höher entwickeltes Wirbelthier, und alle Seiten des Menschenlebens finden ihre Parallelen, oder richtiger ihre niederen Entwickelungszustände, im Thierreiche vorgebildet. Die Völkergeschichte oder die sogenannte „Weltgeschichte" muß dann größtentheils durch „natürliche Züchtung" erklärbar sein, muß ein physikalisch-chemischer Proceß sein, der auf der Wechselwirkung der Anpassung und Vererbung in dem Kampfe der Menschen um's Dasein beruht. Und das ist in der That der Fall. Indessen ist nicht nur die natürliche, sondern auch die künstliche Züchtung vielfach in der Weltgeschichte wirksam.

Ein ausgezeichnetes Beispiel von künstlicher Züchtung der Menschen in großem Maßstabe liefern die alten Spartaner, bei denen auf Grund eines besonderen Gesetzes schon die neugeborenen Kinder einer sorgfältigen Musterung und Auslese unterworfen werden mußten. Alle schwächlichen, kränklichen oder mit irgend einem körperlichen Gebrechen behafteten Kinder wurden getödtet. Nur die vollkommen gesunden und kräftigen Kinder durften am Leben bleiben, und sie allein gelangten später zur Fortpflanzung. Dadurch wurde die spartanische Rasse nicht allein beständig in auserlesener Kraft und Tüchtigkeit erhalten, sondern mit jeder Generation wurde ihre körperliche Vollkommenheit gesteigert. Gewiß verdankt das Volk von Sparta

dieſer künſtlichen Ausleſe oder Züchtung zum großen Theil ſeinen ſeltenen Grad von männlicher Kraft und rauher Heldentugend.

Auch manche Stämme unter den rothen Indianern Nordamerika's, die gegenwärtig im Kampfe um's Daſein den übermächtigen Eindringlingen der weißen Raſſe trotz der tapferſten Gegenwehr erliegen, verdanken ihren beſonderen Grad von Körperſtärke und kriegeriſcher Tapferkeit einer ähnlichen ſorgfältigen Ausleſe der neugebornen Kinder. Auch hier werden alle ſchwachen oder mit irgend einem Fehler behafteten Kinder ſofort getödtet und nur die vollkommen kräftigen Individuen bleiben am Leben und pflanzen die Raſſe fort. Daß durch dieſe künſtliche Züchtung die Raſſe im Laufe zahlreicher Generationen bedeutend gekräftigt wird, iſt an ſich nicht zu bezweifeln und wird durch viele bekannte Thatſachen genügend bewieſen.

Das Gegentheil von der künſtlichen Züchtung der wilden Rothhäute und der alten Spartaner bildet die individuelle Ausleſe, welche in unſeren modernen Culturſtaaten durch die vervollkommnete Heilkunde der Neuzeit ausgeübt wird. Denn obwohl immer noch wenig im Stande, innere Krankheiten wirklich zu heilen, beſitzt und übt dieſelbe doch mehr als früher die Kunſt, ſchleichende, chroniſche Krankheiten auf lange Jahre hinauszuziehen. Gerade ſolche verheerende Uebel, wie Schwindſucht, Scrophelkrankheit, Syphilis, ferner viele Formen der Geiſteskrankheiten, ſind in beſonderem Maße erblich und werden von den ſiechen Eltern auf einen Theil ihrer Kinder oder gar auf die ganze Nachkommenſchaft übertragen. Je länger nun die kranken Eltern mit Hülfe der ärztlichen Kunſt ihre ſieche Exiſtenz hinausziehen, deſto zahlreichere Nachkommenſchaft kann von ihnen die unheilbaren Uebel erben, deſto mehr Individuen werden dann auch wieder in der folgenden Generation, Dank jener künſtlichen „mediciniſchen Züchtung", von ihren Eltern mit dem ſchleichenden Erbübel angeſteckt.

Viel gefährlicher und verheerender als dieſe mediciniſche iſt die clericale Züchtung, jener höchſt folgenſchwere Selections-Proceß, der von jeder mächtigen und einheitlich organiſirten Hierarchie

ausgeübt wird. In allen Staaten, in welchen ein solcher centralisirter Clerus seinen verderblichen Einfluß auf die Erziehung der Jugend, auf das Familienwesen und somit auf die wichtigsten Grundlagen des ganzen Volkslebens Jahrhunderte hindurch ausgeübt hat, sind die traurigen Folgen der demoralisirenden „clericalen Selection" deutlich im Verfalle der gesammten Bildung und Sitte sichtbar. Man denke nur an Spanien, an das „allerchristlichste" Land Europa's! Bei der römisch-katholischen Kirche, deren höchste Machtentfaltung im Mittelalter mit dem tiefsten Sinken der wissenschaftlichen Forschung und der allgemeinen Sittlichkeit zusammenfällt, ist das ganz besonders offenbar. Denn hier sind die Priester durch die raffinirt-unmoralische Einrichtung des Cölibats gezwungen, sich in das innerste Heiligthum des Familienlebens einzudrängen; und indem sie hier besondere Fruchtbarkeit entwickeln, verderben sie ihre unsittlichen Charakterzüge auf eine unverhältnißmäßig zahlreiche Nachkommenschaft. Mächtig unterstützt wurde dieser katholische Züchtungs-Proceß durch die Inquisition, welche alle edleren und besseren Charaktere sorgfältig aus dem Wege räumte.

Auf der anderen Seite ist hervorzuheben, daß andere Formen der künstlichen Züchtung im Culturleben der Menschheit auch einen sehr günstigen Einfluß ausüben. Wie sehr das bei vielen Verhältnissen unserer vorgeschrittenen Civilisation und namentlich der verbesserten Schulbildung und Erziehung der Fall ist, liegt auf der Hand. Direct wohlthätig wirkt als künstlicher Selections-Proceß auch die Todesstrafe. Zwar wird von Vielen gegenwärtig die Abschaffung der Todesstrafe als eine „liberale Maßregel" gepriesen. Aber in Wahrheit ist die Todesstrafe für die große Menge der unverbesserlichen Verbrecher und Taugenichtse nicht nur die gerechte Vergeltung, sondern auch eine große Wohlthat für den besseren Theil der Menschheit; dieselbe Wohlthat, welche für das Gedeihen eines wohl cultivirten Gartens die Ausrottung des wuchernden Unkrauts ist. Wie durch sorgfältiges Ausjäten des Unkrauts nur Licht, Luft und Bodenraum für die edlen Nutzpflanzen gewonnen wird, so würde durch

unnachsichtliche Ausrottung aller unverbesserlichen Verbrecher nicht allein dem besseren Theile der Menschheit der „Kampf um's Dasein" erleichtert, sondern auch ein vortheilhafter künstlicher Züchtungs-Proceß ausgeübt, indem jenem entarteten Auswurfe der Menschheit die Möglichkeit benommen würde, seine verderblichen Eigenschaften durch Vererbung zu übertragen.

Gegen den verderblichen Einfluß vieler künstlichen Züchtungsprocesse finden wir glücklicher Weise ein heilsames Gegengewicht in dem überall waltenden und unüberwindlichen Einflusse der viel stärkeren natürlichen Züchtung. Denn diese ist überall auch im Menschenleben, wie im Thier- und Pflanzenleben, das wichtigste umgestaltende Princip und der kräftigste Hebel des Fortschritts und der Vervollkommnung. Der Kampf um's Dasein oder die „Concurrenz" bringt es mit sich, daß im Großen und Ganzen der Bessere, weil der Vollkommnere, über den Schwächeren und Unvollkommneren siegt. Im Menschenleben aber wird dieser Kampf um's Dasein immer mehr zu einem Kampfe des Geistes werden, nicht zu einem Kampfe der Mordwaffen. Dasjenige Organ, welches beim Menschen vor allen anderen durch den veredelnden Einfluß der natürlichen Zuchtwahl vervollkommnet wird, ist das Gehirn. Der Mensch mit dem vollkommensten Verstande bleibt zuletzt Sieger und vererbt auf seine Nachkommen die Eigenschaften des Gehirns, die ihm zum Sieg verholfen hatten. So dürfen wir denn mit Fug und Recht hoffen, daß trotz aller Anstrengungen der rückwärts strebenden Gewalten der Fortschritt des Menschengeschlechts zur Freiheit — und dadurch zur möglichsten Vervollkommnung — unter dem segensreichen Einflusse der natürlichen Züchtung immer mehr und mehr zur Wahrheit werden wird.

Digitized by Google

Achter Vortrag.

Vererbung und Fortpflanzung.

Allgemeinheit der Erblichkeit und der Vererbung. Auffallende beſondere Aeußerungen derſelben. Menſchen mit vier, ſechs oder ſieben Fingern und Zehen. Stachelſchweinmenſchen. Vererbung von Krankheiten, namentlich von Geiſteskrankheiten. Erbſünde. Erbliche Monarchie. Erbadel. Erbliche Talente und Seeleneigenſchaften. Materielle Urſachen der Vererbung. Zuſammenhang der Vererbung mit der Fortpflanzung. Urzeugung und Fortpflanzung. Ungeſchlechtliche oder monogone Fortpflanzung. Fortpflanzung durch Selbſttheilung. Moneren und Amoeben. Fortpflanzung durch Knospenbildung, durch Keimknospenbildung und durch Keimzellenbildung. Geſchlechtliche oder amphigone Fortpflanzung. Zwitterbildung oder Hermaphroditismus. Geſchlechtstrennung oder Gonochorismus. Jungfräuliche Zeugung oder Parthenogeneſis. Materielle Uebertragung der Eigenſchaften beider Eltern auf das Kind bei der geſchlechtlichen Fortpflanzung. Unterſchied der Vererbung bei der geſchlechtlichen und bei der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung.

Meine Herren! Als die formbildende Naturkraft, welche die verſchiedenen Geſtalten der Thier- und Pflanzenarten erzeugt, haben Sie in dem letzten Vortrage nach Darwin's Theorie die natürliche Züchtung kennen gelernt. Wir verſtanden unter dieſem Ausdruck die allgemeine Wechſelwirkung, welche im Kampfe um das Daſein zwiſchen der Erblichkeit und der Veränderlichkeit der Organismen ſtattfindet; zwiſchen zwei phyſiologiſchen Functionen, welche allen Thieren und Pflanzen eigenthümlich ſind, und welche ſich auf andere Lebensthätigkeiten, auf die Functionen der Fortpflanzung und Ernährung zurückführen laſſen. Alle die verſchie-

denen Formen der Organismen, welche man gewöhnlich geneigt ist als Producte einer zweckmäßig thätigen Schöpferkraft anzusehen, konnten wir nach jener Züchtungstheorie auffassen als die nothwendigen Producte der zwecklos wirkenden natürlichen Züchtung, der unbewußten Wechselwirkung zwischen jenen beiden Eigenschaften der Veränderlichkeit und der Erblichkeit. Bei der außerordentlichen Wichtigkeit, welche diesen Lebenseigenschaften der Organismen demgemäß zukommt, müssen wir zunächst dieselben etwas näher in das Auge fassen, und wir wollen uns heute mit der Vererbung beschäftigen.

Genau genommen müssen wir unterscheiden zwischen der Erblichkeit und der Vererbung. Die *Erblichkeit* ist die Vererbungskraft, die *Fähigkeit* der Organismen, ihre Eigenschaften auf ihre Nachkommen durch die Fortpflanzung zu übertragen. Die *Vererbung* oder Heredität dagegen bezeichnet die wirkliche Ausübung dieser Fähigkeit, die *thatsächlich* stattfindende Uebertragung.

Erblichkeit und Vererbung sind so allgemeine, alltägliche Erscheinungen, daß die meisten Menschen dieselben überhaupt nicht beachten, und daß die wenigsten geneigt sind, besondere Reflexionen über den Werth und die Bedeutung dieser Lebenserscheinungen anzustellen. Man findet es allgemein ganz natürlich und selbstverständlich, daß jeder Organismus seines Gleichen erzeugt, und daß die Kinder den Eltern im Ganzen wie im Einzelnen ähnlich sind. Gewöhnlich pflegt man die Erblichkeit nur in jenen Fällen hervorzuheben und zu besprechen, wo sie eine besondere Eigenthümlichkeit betrifft, die an einem menschlichen Individuum, ohne ererbt zu sein, zum ersten Male auftrat und von diesem auf seine Nachkommen übertragen wurde. In besonders auffallendem Grade zeigt sich so die Vererbung bei bestimmten Krankheiten und bei ganz ungewöhnlichen, monströsen Abweichungen von der gewöhnlichen Körperbildung.

Unter diesen Fällen von Vererbung monströser Abänderungen sind besonders lehrreich diejenigen, welche eine abnorme Vermehrung

oder Verminderung der Fünfzahl der menſchlichen Finger und Zehen betreffen. Es kommen nicht ſelten menſchliche Familien vor, in denen mehrere Generationen hindurch ſechs Finger an jeder Hand oder ſechs Zehen an jedem Fuße beobachtet werden. Seltener ſind Beiſpiele von Siebenzahl oder von Vierzahl der Finger und Zehen. Die ungewöhnliche Bildung geht immer zuerſt von einem einzigen Individuum aus, welches aus unbekannten Urſachen mit einem Ueberſchuß über die gewöhnliche Fünfzahl der Finger und Zehen geboren wird und dieſen durch Vererbung auf einen Theil ſeiner Nachkommen überträgt. In einer und derſelben Familie kann man die Sechszahl der Finger und Zehen nun drei, vier und mehr Generationen hindurch verfolgen. In einer ſpaniſchen Familie waren nicht weniger als vierzig Individuen durch dieſe Ueberzahl ausgezeichnet. In allen Fällen iſt die Vererbung der ſechſten überzähligen Zehe oder des ſechſten Fingers nicht bleibend und durchgreifend, weil die ſechsfingerigen Menſchen ſich immer wieder mit fünffingerigen vermiſchen. Würde eine ſechsfingerige Familie ſich in reiner Inzucht fortpflanzen, würden ſechsfingerige Männer immer nur ſechsfingerige Frauen heirathen, ſo könnte durch Fixirung dieſes Charakters eine beſondere ſechsfingerige Menſchenart entſtehen. Da aber die ſechsfingerigen Männer immer fünffingerige Frauen heirathen, und umgekehrt, ſo zeigt ihre Nachkommenſchaft meiſtens ſehr gemiſchte Zahlenverhältniſſe und ſchlägt ſchließlich nach Verlauf einiger Generationen wieder in die normale Fünfzahl zurück. So können z. B. von 8 Kindern eines ſechsfingerigen Vaters und einer fünffingerigen Mutter 2 Kinder an allen Händen und Füßen 6 Finger und 6 Zehen haben, 4 Kinder gemiſchte Zahlenverhältniſſe und 2 Kinder überall die gewöhnliche Fünfzahl. In einer ſpaniſchen Familie hatten ſämmtliche Kinder bis auf das jüngſte an Händen und Füßen die Sechszahl; nur das jüngſte hatte überall fünf Finger und Zehen, und der ſechsfingerige Vater des Kindes wollte dieſes letzte daher nicht als das ſeinige anerkennen.

Sehr auffallend zeigt ſich ferner die Vererbungskraft in der Bil-

dung und Färbung der menschlichen Haut und Haare. Es ist allbekannt, wie genau in vielen menschlichen Familien eine eigenthümliche Beschaffenheit des Hautsystems, z. B. eine besonders weiche oder spröde Haut, eine besondere Ueppigkeit des Haarwuchses, eine besondere Farbe und Größe der Augen u. s. w. viele Generationen hindurch forterbt. Ebenso werden besondere locale Auswüchse und Flecke der Haut, sogenannte Muttermale, Leberflecke und andere Pigmentanhäufungen, die an bestimmten Stellen vorkommen, gar nicht selten mehrere Generationen hindurch so genau vererbt, daß sie bei den Nachkommen an denselben Stellen sich zeigen, an denen sie bei den Eltern vorhanden waren. Besonders berühmt geworden sind die Stachelschweinmenschen aus der Familie Lambert, welche im vorigen Jahrhundert in London lebte. Edward Lambert, der 1717 geboren wurde, zeichnete sich durch eine ganz ungewöhnliche und monströse Bildung der Haut aus. Der ganze Körper war mit einer zolldicken hornartigen Kruste bedeckt, welche sich in Form zahlreicher stachelförmiger und schuppenförmiger Fortsätze (bis über einen Zoll lang) erhob. Diese monströse Bildung der Oberhaut oder Epidermis vererbte Lambert auf seine Söhne und Enkel, aber nicht auf die Enkelinnen. Die Uebertragung blieb also hier in der männlichen Linie, wie es auch sonst oft der Fall ist. Ebenso vererbt sich übermäßige Fettentwickelung an gewissen Körperstellen oft nur innerhalb der weiblichen Linie. Wie genau sich die charakteristische Gesichtsbildung erblich überträgt, braucht wohl kaum erinnert zu werden; bald bleibt dieselbe innerhalb der männlichen, bald innerhalb der weiblichen Linie; bald vermischt sie sich in beiden Linien.

Sehr lehrreich und allbekannt sind ferner die Vererbungserscheinungen pathologischer Zustände, besonders der menschlichen Krankheitsformen. Es sind insbesondere bekanntlich Krankheiten der Athmungsorgane, der Drüsen und des Nervensystems, welche sich sehr leicht erblich übertragen. Sehr häufig tritt plötzlich in einer sonst gesunden Familie eine derselben bisher unbekannte Erkrankung auf; sie wird erworben durch äußere Ursachen, durch krankmachende Lebensbedin-

gungen. Dieſe Krankheit, welche bei einem einzelnen Individuum durch äußere Urſachen bewirkt wurde, pflanzt ſich von letzterem auf ſeine Nachkommen fort, und dieſe haben nun alle oder zum Theil an derſelben Krankheit zu leiden. Bei Lungenkrankheiten, z. B. Schwindſucht, iſt das traurige Verhältniß der Erblichkeit allbekannt, ebenſo bei Leberkrankheiten, bei Syphilis, bei Geiſteskrankheiten. Dieſe letzteren ſind von ganz beſonderem Intereſſe. Ebenſo wie beſondere Charakterzüge des Menſchen, Stolz, Ehrgeiz, Leichtſinn u. ſ. w. ſtreng durch die Vererbung auf die Nachkommenſchaft übertragen werden, ſo gilt das auch von den beſonderen, abnormen Aeußerungen der Seelenthätigkeit, welche man als fixe Ideen, Schwermuth, Blödſinn und überhaupt als Geiſteskrankheiten bezeichnet. Es zeigt ſich hier deutlich und unwiderleglich, daß die Seele des Menſchen, ebenſo wie die Seele der Thiere, eine rein mechaniſche Thätigkeit, eine Summe von molekularen Bewegungserſcheinungen der Gehirntheilchen iſt, und daß ſie mit ihrem Subſtrate, ebenſo wie jede andere Körpereigenſchaft, durch die Fortpflanzung materiell übertragen, d. h. vererbt wird.

Dieſe äußerſt wichtige und unleugbare Thatſache erregt, wenn man ſie ausſpricht, gewöhnlich großes Aergerniß, und doch wird ſie eigentlich ſtillſchweigend allgemein anerkannt. Denn worauf beruhen die Vorſtellungen von der „Erbſünde", der „Erbweisheit", dem „Erbadel" u. ſ. w. anders, als auf der Ueberzeugung, daß die menſchliche Geiſtesbeſchaffenheit durch die Fortpflanzung — alſo durch einen rein materiellen Vorgang! — körperlich von den Eltern auf die Nachkommen übertragen wird? — Die Anerkennung dieſer großen Bedeutung der Erblichkeit äußert ſich in einer Menge von menſchlichen Einrichtungen, wie z. B. in der Kaſteneintheilung vieler Völker in Kriegerkaſten, Prieſterkaſten, Arbeiterkaſten u. ſ. w. Offenbar beruht urſprünglich die Einrichtung ſolcher Kaſten auf der Vorſtellung von der hohen Wichtigkeit erblicher Vorzüge, welche gewiſſen Familien beiwohnten, und von denen man vorausſetzte, daß ſie immer wieder von den Eltern auf die Nachkommen übertragen werden

würden. Die Einrichtung des erblichen Adels und der erblichen Monarchie ist auf die Vorstellung einer solchen Vererbung besonderer Tugenden zurückzuführen. Allerdings sind es leider nicht nur die Tugenden, sondern auch die Laster, welche durch Vererbung übertragen und gehäuft werden, und wenn Sie in der Weltgeschichte die verschiedenen Individuen der einzelnen Dynastien vergleichen, so werden Sie zwar überall eine große Anzahl von Beweisen für die Erblichkeit auffinden können, aber weniger für die Erblichkeit der Tugenden, als der entgegengesetzten Eigenschaften. Denken Sie z. B. nur an die römischen Kaiser, an die Julier und die Claudier, oder an die Bourbonen in Frankreich, Spanien und Italien!

In der That dürfte kaum irgendwo eine solche Fülle von schlagenden Beispielen für die merkwürdige Vererbung der feinsten körperlichen und geistigen Züge gefunden werden, als in der Geschichte der regierenden Häuser in den erblichen Monarchien. Ganz besonders gilt dies mit Bezug auf die vorher erwähnten Geisteskrankheiten. Gerade in regierenden Familien sind Geisteskrankheiten in ungewöhnlichem Maße erblich. Schon der berühmte Irrenarzt Esquirol wies nach, daß die Zahl der Geisteskranken in den regierenden Häusern zu ihrer Anzahl in der gewöhnlichen Bevölkerung sich verhält, wie 60 zu 1, d. h. daß Geisteskrankheit in den bevorzugten Familien der regierenden Häuser sechzig mal so häufig vorkommt, als in der gewöhnlichen Menschheit. Würde eine gleiche genaue Statistik auch für den erblichen Adel durchgeführt, so dürfte sich leicht herausstellen, daß auch dieser ein ungleich größeres Contingent von Geisteskranken stellt, als die gemeine, nichtadelige Menschheit. Diese Erscheinung wird uns kaum mehr wundern, wenn wir bedenken, welchen Nachtheil sich diese privilegirten Kasten selbst durch ihre unnatürliche einseitige Erziehung und durch ihre künstliche Absperrung von der übrigen Menschheit zufügen. Es werden dadurch manche dunkle Schattenseiten der menschlichen Natur besonders entwickelt, gleichsam künstlich gezüchtet, und pflanzen sich nun nach den Ver-

erbungsgeſetzen mit immer verſtärkter Kraft und Einſeitigkeit durch die Reihe der Generationen fort.

Wie ſich in der Generationsfolge mancher Dynaſtien die edle Vorliebe für Wiſſenſchaft und Kunſt durch viele Generationen erblich überträgt und erhält, wie dagegen in vielen anderen Dynaſtien Jahrhunderte hindurch eine beſondere Neigung für das Kriegshandwerk, für Unterdrückung der menſchlichen Freiheit und für andere rohe Gewaltthätigkeiten vererbt wird, iſt aus der Völkergeſchichte Ihnen hinreichend bekannt. Ebenſo vererben ſich in manchen Familien viele Generationen hindurch ganz beſtimmte Fähigkeiten für einzelne Geiſtesthätigkeiten, z. B. Dichtkunſt, Tonkunſt, bildende Kunſt, Mathematik, Naturforſchung, Philoſophie u. ſ. w. In der Familie Bach hat es nicht weniger als zweiundzwanzig hervorragende muſikaliſche Talente gegeben. Natürlich beruht die Vererbung ſolcher Geiſteseigenthümlichkeiten, wie die Vererbung der Geiſteseigenſchaften überhaupt, auf dem materiellen Vorgang der Zeugung. Auch hier iſt die Lebenserſcheinung, die Kraftäußerung, unmittelbar (wie überall in der Natur) verbunden mit verſchiedenen Miſchungsverhältniſſen des Stoffes. Die Miſchung und Molekularbewegung des Stoffes iſt es, welche bei der Zeugung übertragen wird.

Bevor wir nun die verſchiedenen und zum Theil ſehr intereſſanten und bedeutenden Geſetze der Vererbung näher unterſuchen, wollen wir über die eigentliche Natur dieſes Vorganges uns verſtändigen. Man pflegt vielfach die Erblichkeitserſcheinungen als etwas ganz Räthſelhaftes anzuſehen, als eigenthümliche Vorgänge, welche durch die Naturwiſſenſchaft nicht ergründet, in ihren Urſachen und eigentlichem Weſen nicht erfaßt werden könnten. Man pflegt gerade hier ſehr allgemein übernatürliche Einwirkungen anzunehmen. Es läßt ſich aber ſchon jetzt, bei dem heutigen Zuſtande der Phyſiologie, mit vollkommener Sicherheit nachweiſen, daß alle Erblichkeitserſcheinungen durchaus natürliche Vorgänge ſind, daß ſie durch mechaniſche Urſachen bewirkt werden, und daß ſie auf materiellen Bewegungserſcheinungen im Körper der Organismen beruhen, welche wir als Theil-

erſcheinungen der Fortpflanzung betrachten können. Alle Erblichkeitserſcheinungen und Vererbungsgeſetze laſſen ſich auf die materiellen Vorgänge der Fortpflanzung zurückführen.

Jeder einzelne Organismus, jedes lebendige Individuum verdankt ſein Daſein entweder einem Acte der elternloſen Zeugung oder Urzeugung (Generatio spontanea, Archigonia), oder einem Acte der elterlichen Zeugung oder Fortpflanzung (Generatio parentalis, Tocogonia). Auf die Urzeugung oder Archigonie, durch welche bloß Organismen der allereinfachſten Art, Moneren, entſtehen können, werden wir in einem ſpäteren Vortrage zurückkommen. Jetzt haben wir uns nur mit der Fortpflanzung oder Tocogonie zu beſchäftigen, deren nähere Betrachtung für das Verſtändniß der Vererbung von der größten Wichtigkeit iſt. Die Meiſten von Ihnen werden von den Fortpflanzungserſcheinungen wahrſcheinlich nur diejenigen kennen, welche Sie allgemein bei den höheren Pflanzen und Thieren beobachten, die Vorgänge der geſchlechtlichen Fortpflanzung oder der Amphigonie. Viel weniger allgemein bekannt ſind die Vorgänge der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung oder der Monogonie. Gerade dieſe ſind aber bei weitem mehr als die vorhergehenden geeignet, ein erklärendes Licht auf die Natur der mit der Fortpflanzung zuſammenhängenden Vererbung zu werfen.

Aus dieſem Grunde erſuche ich Sie, jetzt zunächſt bloß die Erſcheinungen der ungeſchlechtlichen oder monogonen Fortpflanzung (Monogonia) in das Auge zu faſſen. Dieſe tritt in mannichfach verſchiedener Form auf, als Selbſttheilung, Knospenbildung und Keimzellen- oder Sporenbildung. Am lehrreichſten iſt es hier, zunächſt die Fortpflanzung bei den einfachſten Organismen zu betrachten, welche wir kennen, und auf welche wir ſpäter bei der Frage von der Urzeugung zurückkommen müſſen. Dieſe allereinfachſten uns bis jetzt bekannten, und zugleich die denkbar einfachſten Organismen ſind die waſſerbewohnenden Moneren: ſehr kleine lebendige Körperchen, welche eigentlich ſtreng genommen den Namen des Organismus gar nicht verdienen. Denn die Bezeichnung

„Organismus“ für die lebenden Wesen beruht auf der Vorstellung, daß jeder belebte Naturkörper aus Organen zusammengesetzt ist, aus verschiedenartigen Theilen, die als Werkzeuge, ähnlich den verschiedenen Theilen einer künstlichen Maschine, in einander greifen und zusammenwirken, um die Thätigkeit des Ganzen hervorzubringen. Nun haben wir aber in den Moneren vor wenigen Jahren kleine Organismen kennen gelernt, welche in der That nicht aus Organen zusammengesetzt sind, sondern ganz und gar aus einer structurlosen gleichartigen Materie bestehen. Der ganze Körper dieser Moneren ist zeitlebens weiter Nichts, als ein formloses bewegliches Schleimklümpchen, aus einer eiweißartigen Kohlenstoffverbindung bestehend. Einfachere, unvollkommnere Organismen sind gar nicht denkbar [15]).

Die ersten vollständigen Beobachtungen über die Naturgeschichte eines Moneres (Protogenes primordialis) habe ich 1864 bei Nizza angestellt. Andere sehr merkwürdige Moneren habe ich später (1866) auf der canarischen Insel Lanzarote und (1867) an der Meerenge von Gibraltar beobachtet. Die vollständige Lebensgeschichte eines dieser canarischen Moneren, der orangerothen Protomyxa aurantiaca, ist auf Tafel I (S. 167) dargestellt und in deren Erklärung beschrieben (im Anhang). Auch in der Nordsee, an der norwegischen Küste bei Bergen, habe ich (1869) einige eigenthümliche Moneren aufgefunden. Ein interessantes Moner des süßen Wassers hat Cienkowski (1865) unter dem Namen Vampyrella beschrieben, ein anderes Sorokin unter dem Namen Gloidium (1878). Das merkwürdigste aber vielleicht von allen Moneren hat (1868) der berühmte englische Zoolog Huxley entdeckt und Bathybius Haeckelii genannt. „Bathybius“ heißt: in der Tiefe lebend. Dieser wunderbare Organismus lebt nämlich in den ungeheuren Abgründen des Meeres, welche uns im letzten Jahrzehnt durch die mühevollen Untersuchungen der Engländer bekannt geworden sind, und welche über 12,000, ja an manchen Stellen über 24,000 Fuß Tiefe erreichen. Hier findet sich zwischen den zahlreichen Polythalamien

und Radiolarien, die den feinen kreideartigen Schlamm dieser Abgründe bevölkern, auch massenhaft der Bathybius vor, theils in Gestalt rundlicher oder formloser Schleimklumpen, theils in Form von maschigen Schleimnetzen, welche Steintrümmer und andere Gegenstände überziehen. Dieselben bestehen, gleich den anderen Moneren, einzig und allein aus structurlosem Plasma oder Protoplasma, d. h. aus derselben eiweißartigen Kohlenstoffverbindung, welche in unendlich vielen Modificationen als der wesentlichste und nie fehlende Träger der Lebenserscheinungen in allen Organismen sich findet. Eine ausführliche Beschreibung und Abbildung des Bathybius und der übrigen Moneren habe ich 1870 in meiner „Monographie der Moneren" gegeben, aus der auch Tafel I copirt ist [13]). Neuerdings ist zwar die Existenz des Bathybius vielfach bestritten, aber keineswegs bestimmt widerlegt worden. (Vergl. meinen Aufsatz über „Bathybius und die Moneren" im „Kosmos", Bd. I, S. 293.)

Im Ruhezustande erscheinen die meisten Moneren als kleine Schleimkügelchen, für das unbewaffnete Auge nicht sichtbar oder eben sichtbar, höchstens von der Größe eines Stecknadelkopfes. Wenn das Moner sich bewegt, bilden sich an der Oberfläche der kleinen Schleimkugel formlose fingerartige Fortsätze oder sehr feine strahlende Fäden, sogenannte Scheinfüße oder Pseudopodien. Diese Scheinfüße sind einfache, unmittelbare Fortsetzungen der structurlosen eiweißartigen Masse, aus der der ganze Körper besteht. Wir sind nicht im Stande, verschiedenartige Theile in demselben wahrzunehmen, und wir können den directen Beweis für die absolute Einfachheit der festflüssigen Eiweißmasse dadurch führen, daß wir die Nahrungsaufnahme der Moneren unter dem Mikroskope verfolgen. Wenn kleine Körperchen, die zur Ernährung derselben tauglich sind, z. B. kleine Theilchen von zerstörten organischen Körpern oder mikroskopische Pflänzchen und Infusionsthierchen, zufällig in Berührung mit den Moneren kommen, so bleiben sie an der klebrigen Oberfläche des festflüssigen Schleimklümpchens hängen, erzeugen hier einen Reiz, welcher stärkeren Zufluß der schleimigen Körpermasse zur Folge hat

und werden endlich ganz von dieſer umſchloſſen, oder ſie werden durch Verſchiebungen der einzelnen Eiweißtheilchen des Monerenkörpers in dieſen hineingezogen und dort verdaut, durch einfache Diffuſion (Endosmoſe) ausgezogen.

Ebenſo einfach wie die Ernährung iſt die Fortpflanzung dieſer Urweſen, die man eigentlich weder Thiere noch Pflanzen nennen kann. Alle Moneren pflanzen ſich nur auf dem ungeſchlechtlichen Wege fort, durch Monogonie; und zwar im einfachſten Falle durch diejenige Art der Spaltung, welche wir an die Spitze der verſchiedenen Fortpflanzungsformen ſtellen, durch Selbſttheilung. Wenn ein ſolches Klümpchen, z. B. eine Protamoeba oder ein Protogenes, eine gewiſſe Größe durch Aufnahme fremder Eiweißmaterie erhalten hat, ſo zerfällt es in zwei Stücke; es bildet ſich eine Einſchnürung, welche ringförmig herumgeht, und ſchließlich zur Trennung der beiden Hälften führt. (Vergl. Fig. 1.) Jede Hälfte rundet ſich als-

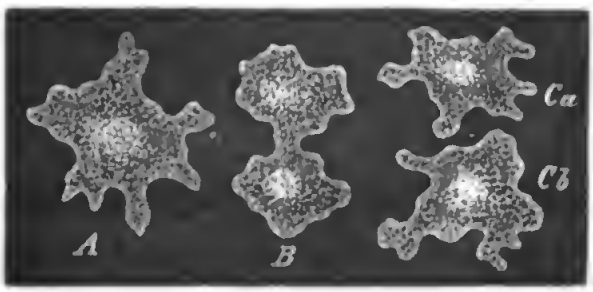


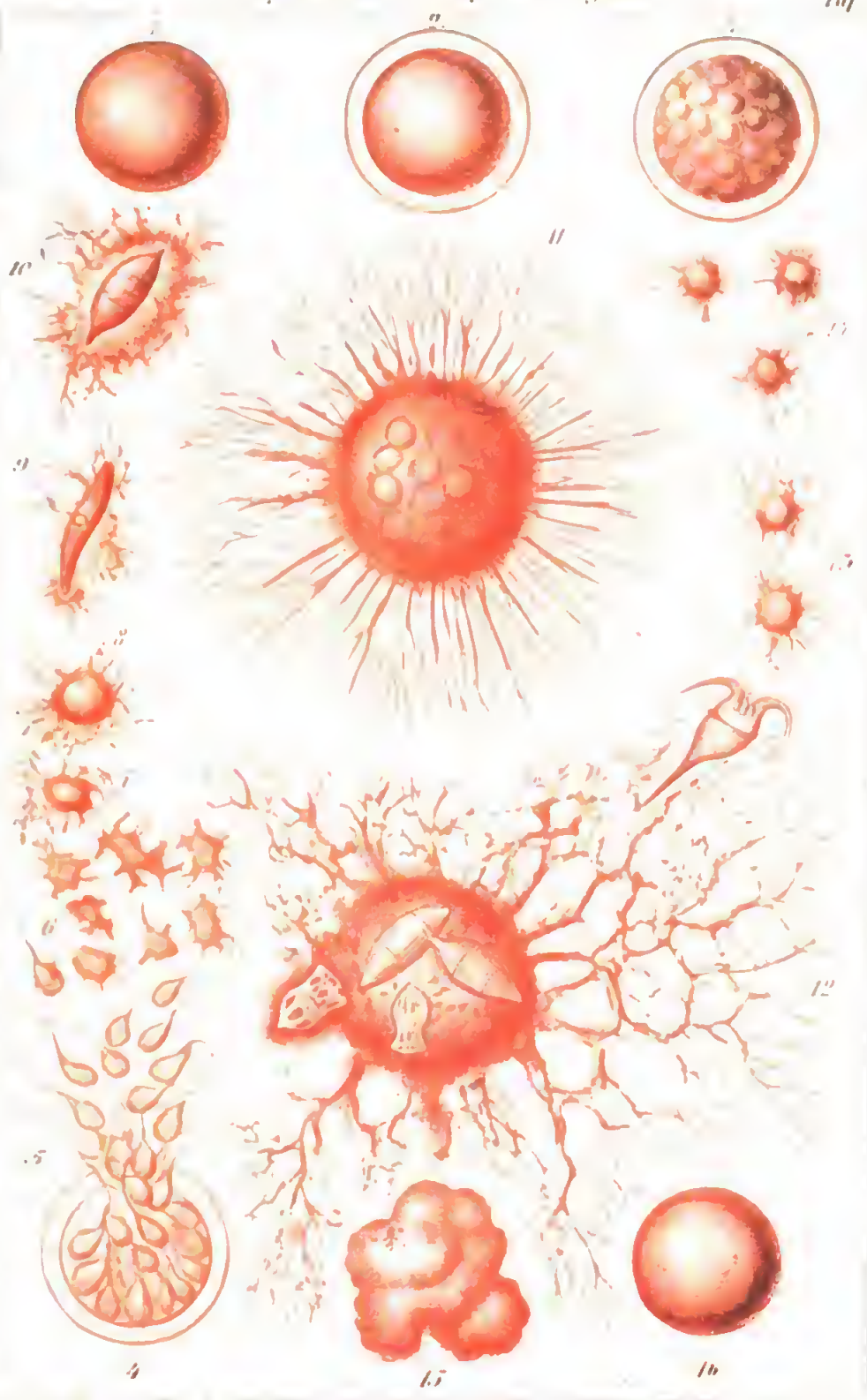
Fig. 1. Fortpflanzung eines einfachſten Organismus, eines Moneres, durch Selbſttheilung. *A.* Das ganze Moner, eine Protamoeba. *B.* Dieſelbe zerfällt durch eine mittlere Einſchnürung in zwei Hälften. *C.* Jede der beiden Hälften hat ſich von der andern getrennt und ſtellt nun ein ſelbſtſtändiges Individuum dar.

bald ab und erſcheint nun als ein ſelbſtſtändiges Individuum, welches das einfache Spiel der Lebenserſcheinungen, Ernährung und Fortpflanzung, von Neuem beginnt. Bei anderen Moneren (Vampyrella und Gloidium) zerfällt der Körper bei der Fortpflanzung nicht in zwei, ſondern vier gleiche Stücke, und bei noch anderen (Protomonas, Protomyxa, Myxastrum) ſogleich in eine große Anzahl von kleinen Schleimkügelchen, deren jedes durch einfaches Wachsthum dem

elterlichen Körper wieder gleich wird (Tafel I). Es zeigt sich hier deutlich, daß der Vorgang der Fortpflanzung weiter Nichts ist, als ein Wachsthum des Organismus über sein individuelles Maß hinaus.

Die einfache Fortpflanzungsweise der Moneren durch Selbsttheilung ist eigentlich die allgemeinste und weiteste verbreitete von allen verschiedenen Fortpflanzungsarten; denn durch denselben einfachen Proceß der Theilung pflanzen sich auch die Zellen fort, diejenigen einfachen organischen Individuen, welche in sehr großer Zahl den Körper der allermeisten Organismen, den menschlichen Körper nicht ausgenommen, zusammensetzen. Abgesehen von den Organismen niedersten Ranges, welche noch nicht einmal den Formwerth einer Zelle haben (Moneren), oder zeitlebens eine einfache Zelle darstellen (wie die meisten Protisten) ist der Körper jedes organischen Individuums aus einer großen Anzahl von Zellen zusammengesetzt. Jede organische Zelle ist bis zu einem gewissen Grade ein selbstständiger Organismus, ein sogenannter „Elementarorganismus" oder ein „Individuum erster Ordnung". Jeder höhere Organismus ist gewissermaßen eine Gesellschaft oder ein Staat von solchen vielgestaltigen, durch Arbeitstheilung mannichfaltig ausgebildeten Elementarindividuen[1]). Ursprünglich ist jede organische Zelle auch nur ein einfaches Schleimklümpchen, gleich einem Moner, jedoch von diesem dadurch verschieden, daß die gleichartige Eiweißmasse in zwei verschiedene Bestandtheile sich gesondert hat: ein inneres, festeres Eiweißkörperchen, den Zellkern (Nucleus), und einen äußeren, weicheren Eiweißkörper, den Zellschleim (Protoplasma). Außerdem bilden viele Zellen späterhin noch einen dritten (jedoch häufig fehlenden) Formbestandtheil, indem sie sich einkapseln, eine äußere Hülle oder Zellhaut (Membrana) ausschwitzen. Alle übrigen Formbestandtheile, die sonst noch in den Zellen vorkommen, sind von untergeordneter Bedeutung und interessiren uns hier nicht.

Ursprünglich ist auch jeder mehrzellige Organismus eine einfache Zelle, und er wird dadurch mehrzellig, daß jene Zelle sich



Protomyxa aurantiaca

Digitized by Google

durch Theilung fortpflanzt, und daß die so entstehenden neuen Zellenindividuen beisammen bleiben und durch Arbeitstheilung eine Gemeinde oder einen Staat bilden. Die Formen und Lebenserscheinungen aller mehrzelligen Organismen sind lediglich die Wirkung oder der Ausdruck der gesammten Formen und Lebenserscheinungen aller einzelnen sie zusammensetzenden Zellen. Das Ei, aus welchem sich die meisten Thiere und Pflanzen entwickeln, ist eine einfache Zelle.

Die einzelligen Organismen, d. h. diejenigen, welche zeitlebens den Formwerth einer einzigen Zelle beibehalten, z. B. die Amoeben (Fig. 2), pflanzen sich in der Regel auf die einfachste Weise

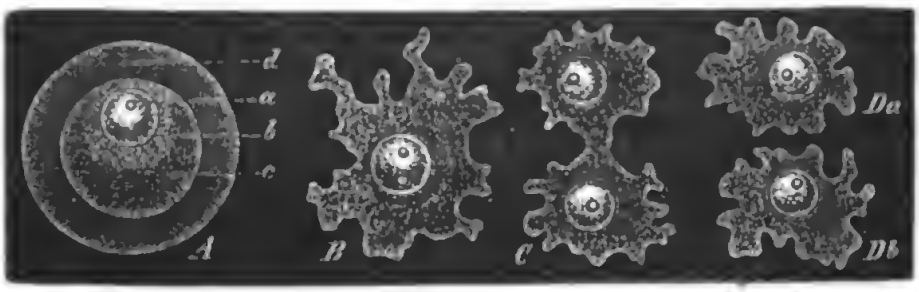


Fig. 2. Fortpflanzung eines einzelligen Organismus, einer Amoeba sphaerococcus, durch Selbsttheilung. *A.* Die eingekapselte Amoeba, eine einfache kugelige Zelle, bestehend aus einem Protoplasmaklumpen *(c)*, welcher einen Kern *(b)* und ein Kernkörperchen *(a)* einschließt und von einer Zellhaut oder Kapsel umgeben ist. *B.* Die freie Amoeba, welche die Cyste oder Zellhaut gesprengt und verlassen hat. *C.* Dieselbe beginnt sich zu theilen, indem ihr Kern in zwei Kerne zerfällt und der Zellschleim zwischen beiden sich einschnürt. *D.* Die Theilung ist vollendet, indem auch der Zellschleim vollständig in zwei Hälften zerfallen ist *(Da* und *Db)*.

durch Theilung fort. Dieser Proceß unterscheidet sich von der vorher bei den Moneren beschriebenen Selbsttheilung nur dadurch, daß zunächst aus dem festeren Zellkern (Nucleus) sich zwei neue Kerne bilden. Die beiden jungen Kerne entfernen sich von einander und wirken nun wie zwei verschiedene Anziehungsmittelpunkte auf die umgebende weichere Eiweißmasse, den Zellschleim (Protoplasma). Dadurch zerfällt schließlich auch dieser in zwei Hälften, und es sind nun zwei neue Zellen vorhanden, welche der Mutterzelle gleich sind. War die Zelle von einer Membran umgeben, so theilt sich diese entweder nicht, wie bei der Eifurchung (Fig. 3, 4), oder sie folgt passiv

der activen Einſchnürung des Protoplasma, oder es wird von jeder jungen Zelle eine neue Haut ausgeſchwitzt.

Ganz ebenſo wie die ſelbſtſtändigen einzelligen Organismen, z. B. Amoeba (Fig. 2) pflanzen ſich nun auch die unſelbſtſtändigen Zellen fort, welche in Gemeinden oder Staaten vereinigt bleiben und ſo den Körper der höheren Organismen zuſammenſetzen. Ebenſo vermehrt ſich auch durch einfache Theilung die Zelle, mit welcher die meiſten Thiere und Pflanzen ihre individuelle Exiſtenz beginnen, nämlich das Ei. Wenn ſich aus einem Ei ein Thier, z. B. ein Säugethier (Fig. 3, 4) entwickelt, ſo beginnt dieſer Entwickelungs-

Fig. 3. Ei eines Säugethieres (eine einfache Zelle). *a* Kernkörperchen oder Nucleolus (ſogenannter Keimfleck des Eies); *b* Kern oder Nucleus (ſogenanntes Keimbläschen des Eies); *c* Zellſchleim oder Protoplasma (ſogenannter Dotter des Eies); *d* Zellhaut oder Membrana (Dotterhaut) des Eies, beim Säugethier wegen ihrer Durchſichtigkeit Membrana pellucida genannt.

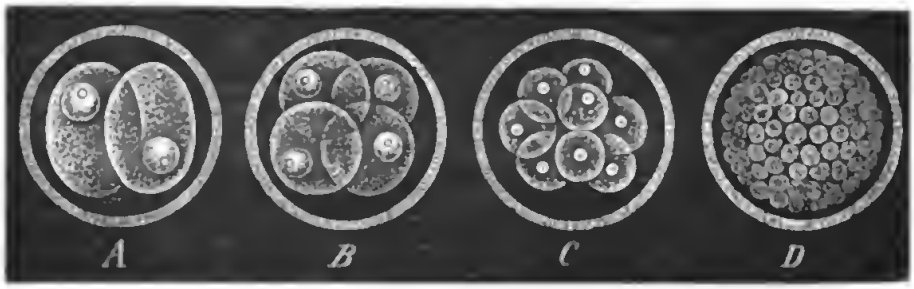


Fig. 4. Erſter Beginn der Entwickelung des Säugethiereies, ſogenannte „Eifurchung" (Fortpflanzung der Eizelle durch wiederholte Selbſttheilung). Fig. 4*A*. Das Ei zerfällt durch Bildung der erſten Furche in zwei Zellen. Fig. 4*B*. Dieſe zerfallen durch Halbirung in 4 Zellen. Fig. 4*C*. Dieſe letzteren ſind in 8 Zellen zerfallen. Fig. 4*D*. Durch fortgeſetzte Theilung iſt ein kugeliger Haufen von zahlreichen Zellen entſtanden.

proceß ſtets damit, daß die einfache Eizelle (Fig. 3) durch fortgeſetzte Selbſttheilung einen Zellenhaufen bildet (Fig. 4). Die äußere Hülle oder Zellhaut des kugeligen Eies bleibt ungetheilt. Zuerſt zerfällt der Zellenkern des Eies (das ſogenannte Keimbläschen) durch Selſt-

theilung in zwei Kerne, dann folgt der Zellſchleim (der Dotter des Eies) nach (Fig. 4A). In gleicher Weiſe zerfallen durch die fortgeſetzte Selbſttheilung die zwei Zellen in vier (F. 4B), dieſe in acht (Fig. 4C), in ſechzehn, zweiunddreißig u. ſ. w., und es entſteht ſchließlich ein kugeliger Haufe von ſehr zahlreichen kleinen Zellen (Fig. 4D). Dieſe bauen nun durch weitere Vermehrung und ungleichartige Ausbildung (Arbeitstheilung) allmählich den zuſammengeſetzten mehrzelligen Organismus auf. Jeder von uns hat im Beginne ſeiner individuellen Entwickelung denſelben, in Fig. 4 dargeſtellten Proceß durchgemacht. Das in Fig. 3 abgebildete Säugethierei und die in Fig. 4 dargeſtellte Entwickelung deſſelben könnte eben ſo gut vom Menſchen, als vom Affen, vom Hunde, vom Pferde oder von irgend einem anderen placentalen Säugethier herrühren.

Wenn Sie nun zunächſt nur dieſe einfachſte Form der Fortpflanzung, die Selbſttheilung, betrachten, ſo werden Sie es gewiß nicht wunderbar finden, daß die Theilungsproducte des urſprünglichen Organismus dieſelben Eigenſchaften beſitzen, wie das elterliche Individuum. Sie ſind ja Theilhälften des elterlichen Organismus, und da die Materie, der Stoff, in beiden Hälften derſelbe iſt, da die beiden jungen Individuen gleich viel und gleich beſchaffene Materie von dem elterlichen Individuum überkommen haben, ſo müſſen natürlich auch die Lebenserſcheinungen, die phyſiologiſchen Eigenſchaften, in den beiden Kindern dieſelben ſein. In der That ſind in jeder Beziehung, ſowohl hinſichtlich ihrer Form und ihres Stoffes, als hinſichtlich ihrer Lebenserſcheinungen, die beiden Tochterzellen nicht von einander und von der Mutterzelle zu unterſcheiden. Sie haben von ihr die gleiche Natur geerbt.

Nun findet ſich aber dieſelbe einfache Fortpflanzung durch Theilung nicht bloß bei den einfachen Zellen, ſondern auch bei höher ſtehenden mehrzelligen Organismen, z. B. bei den Korallenthieren. Viele derſelben, welche ſchon einen höheren Grad von Zuſammenſetzung und Organiſation zeigen, pflanzen ſich dennoch einfach durch Theilung fort. Hier zerfällt der ganze Organismus mit allen ſeinen Or-

ganen in zwei gleiche Hälften, sobald er durch Wachsthum ein gewisses Maß der Größe erreicht hat. Jede Hälfte ergänzt sich alsbald wieder durch Wachsthum zu einem vollständigen Individuum. Auch hier finden Sie es gewiß selbstverständlich, daß die beiden Theilungsproducte die Eigenschaften des elterlichen Organismus theilen, da sie ja selbst Substanzhälften desselben sind.

An die Fortpflanzung durch Theilung schließt sich zunächst die Fortpflanzung durch Knospenbildung an. Diese Art der Monogonie ist außerordentlich weit verbreitet. Sie findet sich sowohl bei den einfachen Zellen (obwohl seltener), als auch bei den aus vielen Zellen zusammengesetzten höheren Organismen. Ganz allgemein verbreitet ist die Knospenbildung im Pflanzenreich, seltener im Thierreich. Jedoch komunt sie auch hier in dem Stamme der Pflanzenthiere, insbesondere bei den Korallen und bei einem großen Theile der Medusen sehr häufig vor, ferner auch bei einem Theile der Würmer (Plattwürmern, Ringelwürmern, Mosthieren und Mantelthieren). Die meisten verzweigten Thierstöcke, welche auch äußerlich den verzweigten Pflanzenstöcken so ähnlich sind, entstehen gleich diesen durch Knospenbildung.

Die Fortpflanzung durch Knospenbildung (Gemmatio) ist von der Fortpflanzung durch Theilung wesentlich verschieden. Die beiden durch Knospung neu erzeugten Organismen sind nicht von gleichem Alter und daher anfänglich auch nicht von gleichem Werthe, wie es bei der Theilung der Fall ist. Bei der letzteren können wir offenbar keines der beiden neu erzeugten Individuen als das elterliche, als das erzeugende ansehen, weil beide ja gleichen Antheil an der Zusammensetzung des ursprünglichen, elterlichen Individuums haben. Wenn dagegen ein Organismus eine Knospe treibt, so ist die letztere das Kind des ersteren. Beide Individuen sind von ungleichem Alter und daher zunächst auch von ungleicher Größe und ungleichem Formwerth. Wenn z. B. eine Zelle durch Knospenbildung sich fortpflanzt, so sehen wir nicht, daß die Zelle in zwei gleiche Hälften zerfällt, sondern es bildet sich an

einer Stelle eine Hervorragung, welche größer und größer wird, und welche sich mehr oder weniger von der elterlichen Zelle absondert und nun selbstständig wächst. Ebenso bemerken wir bei der Knospenbildung einer Pflanze oder eines Thieres, daß an einer Stelle des ausgebildeten Individuums eine kleine locale Wucherung entsteht, welche größer und größer wird, und ebenfalls durch selbstständiges Wachsthum sich mehr oder weniger von dem elterlichen Organismus absondert. Die Knospe kann später, nachdem sie eine gewisse Größe erlangt hat, entweder vollkommen von dem Elternindividuum sich ablösen, oder sie kann mit diesem im Zusammenhang bleiben und einen Stock bilden, dabei aber doch ganz selbstständig weiter leben. Während das Wachsthum, welches die Fortpflanzung einleitet, bei der Theilung ein totales ist und den ganzen Körper betrifft, ist dasselbe dagegen bei der Knospenbildung ein partielles und betrifft nur einen Theil des elterlichen Organismus. Aber auch hier behält die Knospe, das neu erzeugte Individuum, welches mit dem elterlichen Organismus so lange im unmittelbarsten Zusammenhang steht und aus diesem hervorgeht, dessen wesentliche Eigenschaften und ursprüngliche Bildungsrichtung bei.

An die Knospenbildung schließt sich unmittelbar eine dritte Art der ungeschlechtlichen Fortpflanzung an, diejenige durch Keimknospenbildung (Polysporogonia). Bei niederen, unvollkommenen Organismen, unter den Thieren insbesondere bei den Pflanzenthieren und Würmern, finden Sie bisweilen, daß im Innern eines aus vielen Zellen zusammengesetzten Individuums eine kleine Zellengruppe von den umgebenden Zellen sich absondert, und daß diese kleine isolirte Zellengruppe allmählich zu einem Individuum heranwächst, welches dem elterlichen ähnlich wird und früher oder später aus diesem heraustritt. So entstehen z. B. im Körper der Saugwürmer (Trematoden) oft zahlreiche, aus vielen Zellen zusammengesetzte Körperchen, Keimknospen oder Polysporen, welche sich schon frühzeitig ganz von dem Elternkörper absondern und diesen

verlaſſen, nachdem ſie einen gewiſſen Grad ſelbſtſtändiger Ausbildung erreicht haben.

Offenbar iſt die Keimknospenbildung von der echten Knospenbildung nur wenig verſchieden. Andrerſeits aber berührt ſie ſich mit einer vierten Form der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung, welche beinahe ſchon zur geſchlechtlichen Zeugung hinüberführt, nämlich mit der Keimzellenbildung (Monosporogonia), welche auch oft ſchlechtweg die Sporenbildung (Sporogonia) genannt wird. Hier iſt es nicht mehr eine Zellengruppe, ſondern eine einzelne Zelle, welche ſich im Innern des zeugenden Organismus von den umgebenden Zellen abſondert, und ſich erſt weiter entwickelt, nachdem ſie aus jenem ausgetreten iſt. Nachdem dieſe Keimzelle oder Monoſpore (gewöhnlich kurzweg Spore genannt) das Elternindividuum verlaſſen hat, vermehrt ſie ſich durch Theilung und bildet ſo einen vielzelligen Organismus, welcher durch Wachsthum und allmähliche Ausbildung die erblichen Eigenſchaften des elterlichen Organismus erlangt. So geſchieht es ſehr häufig bei den niederen Pflanzen.

Obwohl die Keimzellenbildung der Keimknospenbildung ſehr nahe ſteht, entfernt ſie ſich doch offenbar von dieſer, wie von den vorher angeführten anderen Formen der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung ſehr weſentlich dadurch, daß nur ein ganz kleiner Theil des zeugenden Organismus die Fortpflanzung und ſomit auch die Vererbung vermittelt. Bei der Selbſttheilung, wo der ganze Organismus in zwei Hälften zerfällt, bei der Knospenbildung, wo ein anſehnlicher und bereits mehr oder minder entwickelter Körpertheil von dem zeugenden Individuum ſich abſondert, finden wir es ſehr begreiflich, daß Formen und Lebenserſcheinungen in dem zeugenden und dem erzeugten Organismus dieſelben ſind. Viel ſchwieriger iſt es ſchon bei der Keimknospenbildung, und noch ſchwerer bei der Keimzellenbildung zu begreifen, wie dieſer ganz kleine, ganz unentwickelte Körpertheil, dieſe Zellengruppe oder einzelne Zelle nicht bloß gewiſſe elterliche Eigenſchaften unmittelbar mit in ihre ſelbſtſtändige

Exiſtenz hinübernimmt, ſondern auch nach ihrer Trennung vom elterlichen Individuum ſich zu einem vielzelligen Körper entwickelt, und in dieſem die Formen und die Lebenserſcheinungen des urſprünglichen, zeugenden Organismus wieder zu Tage treten läßt. Dieſe letzte Form der monogonen Fortpflanzung, die Keimzellen- oder Sporenbildung, führt uns hierdurch bereits unmittelbar zu der am ſchwierigſten zu erklärenden Form der Fortpflanzung, zur geſchlechtlichen Zeugung, hinüber.

Die geſchlechtliche (amphigone oder ſexuelle) Zeugung (Amphigonia) iſt die gewöhnliche Fortpflanzungsart bei allen höheren Thieren und Pflanzen. Offenbar hat ſich dieſelbe erſt ſehr ſpät im Verlaufe der Erdgeſchichte aus der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung, und zwar zunächſt aus der Keimzellenbildung entwickelt. In den früheſten Perioden der organiſchen Erdgeſchichte pflanzten ſich alle Organismen nur auf ungeſchlechtlichem Wege fort, wie es gegenwärtig noch zahlreiche niedere Organismen thun, insbeſondere alle diejenigen, welche auf der niedrigſten Stufe der Organiſation ſtehen, welche man weder als Thiere noch als Pflanzen mit vollem Rechte betrachten kann, und welche man daher am beſten als Urweſen oder Protiſten aus dem Thier- und Pflanzenreich ausſcheidet. Allein bei den höheren Thieren und Pflanzen erfolgt gegenwärtig die Vermehrung der Individuen in der Regel größtentheils durch geſchlechtliche Fortpflanzung.

Während bei allen vorhin erwähnten Hauptformen der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung, bei der Theilung, Knospenbildung, Keimknospenbildung und Keimzellenbildung, die abgeſonderte Zelle oder Zellengruppe für ſich allein im Stande war, ſich zu einem neuen Individuum auszubilden, ſo muß dieſelbe dagegen bei der geſchlechtlichen Fortpflanzung erſt durch einen anderen Zeugungsſtoff befruchtet werden. Der befruchtende männliche Samen oder das Sperma, eine Flüſſigkeit, die viele kleine bewegliche Zellen enthält, muß ſich erſt mit der weiblichen Keimzelle, dem Ei, vermiſchen, ehe ſich dieſes zu einem neuen Individuum entwickeln kann. Dieſe beiden verſchie-

denen Zeugungsſtoffe, der männliche Samen und das weibliche Ei, werden entweder von einem und demſelben Individuum erzeugt (Zwitterbildung, Hermaphroditismus) oder von zwei verſchiedenen Individuen (Geſchlechtstrennung, Gonochorismus).

Die einfachere und ältere Form der geſchlechtlichen Fortpflanzung iſt die Zwitterbildung (Hermaphroditismus). Sie findet ſich bei der großen Mehrzahl der Pflanzen, aber nur bei einer großen Minderzahl der Thiere, z. B. bei den Gartenſchnecken, Blutegeln, Regenwürmern und vielen anderen Würmern. Jedes einzelne Individuum erzeugt als Zwitter (Hermaphroditus) in ſich beiderlei Geſchlechtsſtoffe, Eier und Samen. Bei den meiſten höheren Pflanzen enthält jede Blüthe ſowohl die männlichen Organe (Staubfäden und Staubbeutel) als die weiblichen Organe (Griffel und Fruchtknoten). Jede Gartenſchnecke erzeugt an einer Stelle ihrer Geſchlechtsdrüſe Eier, an einer andern Sperma. Viele Zwitter können ſich ſelbſt befruchten; bei anderen iſt eine Copulation und gegenſeitige Befruchtung zweier Individuen nothwendig, um die Eier zur Entwickelung zu veranlaſſen. Das iſt ſchon der Uebergang zur Geſchlechtstrennung.

Die Geſchlechtstrennung (Gonochorismus), die verwickeltere von beiden Arten der geſchlechtlichen Zeugung, hat ſich wahrſcheinlich erſt in einer ſpäteren Zeit der organiſchen Erdgeſchichte aus der Zwitterbildung entwickelt. Sie iſt gegenwärtig die allgemeine Fortpflanzungsart der höheren Thiere, findet ſich dagegen nur bei einer geringeren Anzahl von Pflanzen (z. B. manchen Waſſerpflanzen: Hydrocharis, Vallisneria; und Bäumen: Weiden, Pappeln). Jedes organiſche Individuum als Nichtzwitter (Gonochoristus) erzeugt in ſich nur einen von beiden Zeugungsſtoffen, entweder männlichen oder weiblichen. Die weiblichen Individuen bilden ſowohl bei den Thieren, als bei den Pflanzen Eier oder Eizellen. Die Eier der Pflanzen werden gewöhnlich bei den Blüthenpflanzen (Phanerogamen) „Embryobläschen", bei den Blüthenloſen (Cryptogamen) „Befruchtungskugeln" genannt. Die männlichen Individuen ſondern bei den Thieren den befruchtenden Samen (Sperma) ab, bei den

Pflanzen dem Sperma entsprechende Körperchen (Pollenkörner oder Blüthenstaub bei den Phanerogamen, bei den Cryptogamen ein Sperma, welches gleich demjenigen der meisten Thiere aus lebhaft beweglichen, in einer Flüssigkeit schwimmenden Geißelzellen besteht, den Zoospermien, Spermatozoen oder Spermazellen).

Eine interessante Uebergangsform von der geschlechtlichen Zeugung zu der (nächststehenden) ungeschlechtlichen Keimzellenbildung bietet die sogenannte jungfräuliche Zeugung dar (Parthenogenesis). Diese ist in neuerer Zeit bei den Insecten, besonders durch Siebold's verdienstvolle Untersuchungen, vielfach nachgewiesen worden; Keimzellen, die sonst den gewöhnlichen Eizellen ganz ähnlich erscheinen und ebenso entstehen, können sich zu neuen Individuen entwickeln, ohne des befruchtenden Samens zu bedürfen. Die merkwürdigsten und lehrreichsten von den verschiedenen parthenogenetischen Erscheinungen bieten uns diejenigen Fälle, in denen dieselben Keimzellen, je nachdem sie befruchtet werden oder nicht, verschiedene Individuen erzeugen. Bei unseren gewöhnlichen Honigbienen entsteht aus den Eiern der Königin ein männliches Individuum (eine Drohne), wenn das Ei nicht befruchtet wird; ein weibliches (eine Königin oder Arbeiterin), wenn das Ei befruchtet wird. Es zeigt sich hier deutlich, daß in der That eine tiefe Kluft zwischen geschlechtlicher und geschlechtsloser Zeugung nicht existirt, daß beide Formen vielmehr unmittelbar zusammenhängen. Uebrigens ist die Parthenogenesis der Insecten wohl als Rückschlag der geschlechtlichen Fortpflanzung (welche die Stammeltern der Insecten besaßen) in die frühere ungeschlechtliche Fortpflanzung aufzufassen; die Männchen sind überflüssig geworden! Jedenfalls ist sowohl bei Pflanzen als bei Thieren die geschlechtliche Zeugung, die als ein so wunderbarer Vorgang erscheint, erst in späterer Zeit aus der älteren ungeschlechtlichen Zeugung hervorgegangen. In beiden Fällen ist die Vererbung eine nothwendige Theilerscheinung der Fortpflanzung.

Bei allen verschiedenen Formen der Fortpflanzung ist das We-

ſentliche dieſes Vorgangs immer die Ablöſung eines Theiles des elterlichen Organismus und die Befähigung deſſelben zur individuellen, ſelbſtſtändigen Exiſtenz. In allen Fällen dürfen wir daher von vornherein ſchon erwarten, daß die kindlichen Individuen dieſelben Lebenserſcheinungen und Formeigenſchaften erlangen werden, welche die elterlichen Individuen beſitzen; denn ſie ſind ja „Fleiſch und Bein der Eltern"! Immer iſt es nur eine größere oder geringere Quantität von der elterlichen Materie, und zwar von dem eiweißartigen Protoplasma oder Zellſchleim, welche auf das kindliche Individuum übergeht. Mit der Materie werden aber auch deren Lebenseigenſchaften, die molekularen Bewegungen des Plasma, übertragen, welche ſich dann in ihrer Form äußern. Wenn Sie ſich die angeführte Kette von verſchiedenen Fortpflanzungsformen in ihrem Zuſammenhange vor Augen ſtellen, ſo verliert die Vererbung durch geſchlechtliche Zeugung ſehr Viel von dem Räthſelhaften und Wunderbaren, das ſie auf den erſten Blick für den Laien beſitzt. Es erſcheint anfänglich höchſt wunderbar, daß bei der geſchlechtlichen Fortpflanzung des Menſchen, wie aller höheren Thieren, das kleine Ei, eine winzige, für das bloße Auge oft kaum ſichtbare Zelle, im Stande iſt, alle Eigenſchaften des mütterlichen Organismus auf den kindlichen zu übertragen; und nicht weniger räthſelhaft muß es erſcheinen, daß zugleich die weſentlichen Eigenſchaften des väterlichen Organismus auf den kindlichen übertragen werden vermittelſt des männlichen Sperma, welches die Eizelle befruchtete; vermittelſt einer ſchleimigen Maſſe, in der feine Geißelzellen, die Zoоſpermien, ſich umherbewegen. Sobald Sie aber jene zuſammenhängende Stufenleiter der verſchiedenen Fortpflanzungsarten vergleichen, bei welcher der kindliche Organismus als überſchüſſiges Wachsthumsproduct des Eltern-Individuums ſich immer mehr von erſterem abſondert und immer frühzeitiger die ſelbſtſtändige Laufbahn betritt; ſobald Sie zugleich erwägen, daß auch das Wachsthum und die Ausbildung jedes höheren Organismus bloß auf der Vermehrung der ihn zuſammenſetzenden Zellen, auf der einfachen Fortpflanzung durch

Theilung beruht, so wird es Ihnen klar, daß alle diese merkwürdigen Vorgänge in eine Reihe gehören.

Das Leben jedes organischen Individuums ist Nichts weiter, als eine zusammenhängende Kette von sehr verwickelten materiellen Bewegungs-Erscheinungen. Diese Bewegungen sind als Veränderungen in der Lage und Zusammensetzung der Molekeln zu denken, der kleinsten (aus Atomen in höchst mannichfaltiger Weise zusammengesetzten) Theilchen der belebten Materie. Die specifisch bestimmte Richtung dieser gleichartigen, anhaltenden, immanenten Lebensbewegung wird in jedem Organismus durch die chemische Mischung des eiweißartigen Zeugungsstoffes bedingt, welcher ihm den Ursprung gab. Bei dem Menschen, wie bei den höheren Thieren, welche geschlechtlich sich fortpflanzen, beginnt die individuelle Lebensbewegung in dem Momente, in welchem die Eizelle von den Samenfäden des Sperma befruchtet wird, in welchem beide Zeugungsstoffe sich thatsächlich vermischen; von da an wird nun die Richtung der Lebensbewegung durch die specifische, oder richtiger individuelle Beschaffenheit sowohl des Samens als des Eies bestimmt. Ueber die rein mechanische, materielle Natur dieses Vorganges kann kein Zweifel sein. Aber staunend und bewundernd müssen wir hier vor der unendlich verwickelten Molekular-Structur der eiweißartigen Materie still stehen. Staunen müssen wir über die unleugbare Thatsache, daß die einfache Eizelle der Mutter, der einzige Samenfaden oder die flimmernde Spermazelle des Vaters so genau die molekulare individuelle Lebensbewegung dieser beiden Individuen auf das Kind überträgt, daß nachher die feinsten körperlichen und geistigen Eigenthümlichkeiten der beiden Eltern an diesem wieder erscheinen.

Hier stehen wir vor einer mechanischen Naturerscheinung, von welcher Virchow, der berühmte Begründer der „Cellularpathologie", mit vollem Rechte sagt: „Wenn der Naturforscher dem Gebrauche der Geschichtschreiber und Kanzelredner zu folgen liebte, ungeheure und in ihrer Art einzige Erscheinungen mit dem hohlen Gepränge schwerer und tönender Worte zu überziehen, so wäre hier

der Ort dazu; denn wir ſind an eines der großen Myſterien der thieriſchen Natur getreten, welche die Stellung des Thieres gegenüber der ganzen übrigen Erſcheinungswelt enthalten. Die Frage von der Zellenbildung, die Frage von der Erregung anhaltender gleichartiger Bewegung, endlich die Fragen von der Selbſtſtändigkeit des Nervenſyſtems und der Seele — das ſind die großen Aufgaben, an denen der Menſchengeiſt ſeine Kraft mißt. Die Beziehung des Mannes und des Weibes zur Eizelle zu erkennen, heißt faſt ſo viel, als alle jene Myſterien löſen. Die Entſtehung und Entwickelung der Eizelle im mütterlichen Körper, die Uebertragung körperlicher und geiſtiger Eigenthümlichkeiten des Vaters durch den Samen auf dieſelbe, berühren alle Fragen, welche der Menſchengeiſt je über des Menſchen Sein aufgeworfen hat.“ Und, fügen wir hinzu, ſie löſen dieſe höchſten Fragen mittelſt der Deſcendenztheorie in rein mechaniſchem, rein moniſtiſchem Sinne!

Daß alſo auch bei der geſchlechtlichen Fortpflanzung des Menſchen und aller höheren Organismen die Vererbung, ein rein mechaniſcher Vorgang, unmittelbar durch den materiellen Zuſammenhang des zeugenden und des gezeugten Organismus bedingt iſt, ebenſo wie bei der einfachſten ungeſchlechtlichen Fortpflanzung der niederen Organismen, darüber kann kein Zweifel mehr ſein. Doch will ich Sie bei dieſer Gelegenheit ſogleich auf einen wichtigen Unterſchied aufmerkſam machen, welchen die Vererbung bei der geſchlechtlichen und bei der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung darbietet. Es iſt eine längſt bekannte Thatſache, daß die individuellen Eigenthümlichkeiten des zeugenden Organismus viel genauer durch die ungeſchlechtliche als durch die geſchlechtliche Fortpflanzung auf das erzeugte Individuum übertragen werden. Die Gärtner machen von dieſer Thatſache ſchon lange vielfach Gebrauch. Wenn z. B. von einer Baumart mit ſteifen, aufrecht ſtehenden Aeſten zufällig ein einzelnes Individuum herabhängende Zweige bekömmt, ſo kann der Gärtner in der Regel dieſe Eigenthümlichkeit nicht durch geſchlechtliche, ſondern nur durch ungeſchlechtliche Fortpflanzung vererben. Die von einem ſol-

chen Trauerbaum abgeſchnittenen Zweige, als Stecklinge gepflanzt, bilden ſpäterhin Bäume, welche ebenfalls hängende Aeſte haben, wie z. B. die Trauerweiden, Trauerbuchen. Samenpflanzen dagegen, welche man aus den Samen eines ſolchen Trauerbaumes zieht, erhalten in der Regel wieder die urſprüngliche, ſteife und aufrechte Zweigform der Voreltern. In ſehr auffallender Weiſe kann man daſſelbe auch an den ſogenannten „Blutbäumen" wahrnehmen, d. h. Spielarten von Bäumen, welche ſich durch rothe oder rothbraune Farbe der Blätter auszeichnen. Abkömmlinge von ſolchen Blutbäumen (z. B. Blutbuchen), welche man durch ungeſchlechtliche Fortpflanzung, durch Stecklinge erzeugt, zeigen die eigenthümliche Farbe und Beſchaffenheit der Blätter, welche das elterliche Individuum auszeichnet, während andere, aus den Samen der Blutbäume gezogene Individuen in die grüne Blattfarbe zurückſchlagen.

Dieſer Unterſchied in der Vererbung wird Ihnen ſehr natürlich vorkommen, ſobald Sie erwägen, daß der materielle Zuſammenhang zwiſchen zeugenden und erzeugten Individuen bei der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung viel inniger iſt und viel länger dauert, als bei der geſchlechtlichen. Die individuelle Richtung der molekularen Lebensbewegung kann ſich daher bei der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung viel länger und gründlicher in dem kindlichen Organismus befeſtigen und viel ſtrenger vererben. Alle dieſe Erſcheinungen im Zuſammenhang betrachtet bezeugen klar, daß die Vererbung der körperlichen und geiſtigen Eigenſchaften ein rein materieller, mechaniſcher Vorgang iſt. Durch die Fortpflanzung wird eine größere oder geringere Quantität eiweißartiger Stofftheilchen, und damit zugleich die dieſen Protoplasma-Molekeln anhaftende individuelle Bewegungsform vom elterlichen Organismus auf den kindlichen übertragen. Indem dieſe Bewegungsform ſich beſtändig erhält, müſſen auch die feineren Eigenthümlichkeiten, die am elterlichen Organismus haften, früher oder ſpäter am kindlichen Organismus wieder erſcheinen.

Neunter Vortrag.

Vererbungsgeſetze. Anpaſſung und Ernährung.

Unterſcheidung der erhaltenden und fortſchreitenden Vererbung. Geſetze der erhaltenden oder conſervativen Erblichkeit: Vererbung ererbter Charaktere. Ununterbrochene oder continuirliche Vererbung. Unterbrochene oder latente Vererbung. Generationswechſel. Rückſchlag. Verwilderung. Geſchlechtliche oder ſexuelle Vererbung. Secundäre Sexualcharaktere. Gemiſchte oder amphigone Vererbung. Baſtardzeugung. Abgekürzte oder vereinfachte Vererbung. Geſetze der fortſchreitenden oder progreſſiven Erblichkeit: Vererbung erworbener Charaktere. Angepaßte oder erworbene Vererbung. Befeſtigte oder conſtituirte Vererbung. Gleichzeitliche oder homochrone Vererbung. Gleichörtliche oder homotope Vererbung. Anpaſſung und Veränderlichkeit. Zuſammenhang der Anpaſſung und der Ernährung. Unterſcheidung der indirecten und directen Anpaſſung.

Meine Herren! Von den beiden allgemeinen Lebensthätigkeiten der Organismen, der Anpaſſung und der Vererbung, welche in ihrer Wechſelwirkung die verſchiedenen Organismenarten hervorbringen, haben wir im letzten Vortrage die Vererbung betrachtet und wir haben verſucht, dieſe in ihren Wirkungen ſo räthſelhafte Lebensthätigkeit zurückzuführen auf eine andere phyſiologiſche Function der Organismen, auf die Fortpflanzung. Dieſe letztere beruht ihrerſeits wieder, wie alle anderen Lebenserſcheinungen der Thiere und Pflanzen, auf phyſikaliſchen und chemiſchen Verhältniſſen. Allerdings erſcheinen dieſe bisweilen äußerſt verwickelt, laſſen ſich aber doch im Grunde auf einfache, mechaniſche Urſachen, auf Anziehungs-

und Abſtoßungsverhältniſſe der Stofftheilchen oder Molekeln, auf Bewegungserſcheinungen der Materie zurückführen.

Bevor wir nun zur zweiten, der Vererbung entgegenwirkenden Function, der Erſcheinung der Anpaſſung oder Abänderung, übergehen, iſt es zweckmäßig, zuvor noch erſt einen Blick auf die verſchiedenen Aeußerungsweiſen der Erblichkeit zu werfen, welche man vielleicht ſchon jetzt als „Vererbungsgeſetze" aufſtellen kann. Leider iſt für dieſen ſo außerordentlich wichtigen Gegenſtand ſowohl in der Zoologie, als auch in der Botanik, bisher nur ſehr Wenig geſchehen, und namentlich die eigentlichen Phyſiologen haben ſich darum faſt gar nicht gekümmert. Faſt Alles, was man von den verſchiedenen Vererbungsgeſetzen weiß, beruht auf den Erfahrungen der Landwirthe und der Gärtner. Daher iſt es nicht zu verwundern, daß im Ganzen dieſe äußerſt intereſſanten und wichtigen Erſcheinungen nicht mit der wünſchenswerthen wiſſenſchaftlichen Schärfe unterſucht und in die Form von naturwiſſenſchaftlichen Geſetzen gebracht worden ſind. Was ich Ihnen demnach im Folgenden von den verſchiedenen Vererbungsgeſetzen mittheilen werde, ſind nur einige vorläufige Bruchſtücke, herausgenommen aus dem unendlich reichen Schatze, welcher für die Erkenntniß hier offen liegt.

Wir können zunächſt alle verſchiedenen Erblichkeitserſcheinungen in zwei Gruppen bringen, welche wir als Vererbung ererbter Charaktere und Vererbung erworbener Charaktere unterſcheiden; und wir können die erſtere als die erhaltende (conſervative) Vererbung, die zweite als die fortſchreitende (progreſſive) Vererbung bezeichnen. Dieſe Unterſcheidung beruht auf der äußerſt wichtigen Thatſache, daß die Einzelweſen einer jeden Art von Thieren und Pflanzen nicht allein diejenigen Eigenſchaften auf ihre Nachkommen vererben können, welche ſie ſelbſt von ihren Vorfahren ererbt haben, ſondern auch die individuellen Eigenſchaften, die ſie erſt während ihres Lebens erworben haben. Dieſe letzteren werden durch die fortſchreitende, die erſteren durch die erhaltende Erblichkeit übertragen. Zunächſt haben wir nun hier die Erſcheinungen der conſervativen

oder erhaltenden Vererbung zu unterſuchen; d. h. der Vererbung ſolcher Eigenſchaften, welche der betreffende Organismus von ſeinen Eltern oder Vorfahren ſchon erhalten hat.

Unter den Erſcheinungen der conſervativen Vererbung tritt uns zunächſt als das allgemeinſte Geſetz dasjenige entgegen, welches wir das Geſetz der ununterbrochenen oder continuirlichen Vererbung nennen können. Daſſelbe hat unter den höheren Thieren und Pflanzen ſo allgemeine Gültigkeit, daß der Laie zunächſt ſeine Wirkſamkeit überſchätzen und es für das einzige, allein maßgebende Vererbungsgeſetz halten dürfte. Es beſteht dieſes Geſetz einfach darin, daß innerhalb der meiſten Thier- oder Pflanzenarten jede Generation im Ganzen der andern gleich iſt, daß die Eltern ebenſo den Großeltern, wie den Kindern ähnlich ſind. „Gleiches erzeugt Gleiches", ſagt man gewöhnlich, richtiger aber: „Aehnliches erzeugt Aehnliches". Denn in der That ſind die Nachkommen oder Deſcendenten eines jeden Organismus demſelben niemals in allen Stücken abſolut gleich, ſondern immer nur in einem mehr oder weniger hohen Grade ähnlich. Dieſes Geſetz iſt ſo allgemein bekannt, das ich keine Beiſpiele anzuführen brauche.

In einem gewiſſen Gegenſatze zu demſelben ſteht das Geſetz der unterbrochenen oder latenten Vererbung, welche man auch als abwechſelnde oder alternirende Vererbung bezeichnen könnte. Dieſes wichtige Geſetz erſcheint hauptſächlich in Wirkſamkeit bei vielen niederen Thieren und Pflanzen, und äußert ſich hier im Gegenſatz zu dem erſteren darin, daß die Kinder den Eltern nicht gleich, ſondern ſehr unähnlich ſind, und daß erſt die dritte oder eine ſpätere Generation der erſten wieder ähnlich wird. Die Enkel ſind den Großeltern gleich, den Eltern aber ganz unähnlich. Es iſt das eine merkwürdige Erſcheinung, welche bekanntermaßen in geringerem Grade auch in den menſchlichen Familien ſehr häufig auftritt. Zweifelsohne wird Jeder von Ihnen einzelne Familienglieder kennen, welche in dieſer oder jener Eigenthümlichkeit viel mehr dem Großvater oder der Großmutter, als dem Vater oder der Mutter gleichen.

Bald sind es körperliche Eigenschaften, z. B. Gesichtszüge, Haarfarbe, Körpergröße, bald geistige Eigenheiten, z. B. Temperament, Energie, Verstand, welche in dieser Art sprungweise vererbt werden. Ebenso wie beim Menschen können Sie diese Thatsache bei den Hausthieren beobachten. Bei den am meisten veränderlichen Hausthieren, beim Hund, Pferd, Rind, machen die Thierzüchter sehr häufig die Erfahrung, daß ihr Züchtungsproduct mehr dem großelterlichen, als dem elterlichen Organismus ähnlich ist. Wollen Sie dies Gesetz allgemein ausdrücken und die Reihe der Generationen mit den Buchstaben des Alphabets bezeichnen, so wird A = C = E, ferner B = D = F u. s. f.

Noch viel auffallender, als bei den höheren, tritt Ihnen bei den niederen Thieren und Pflanzen diese sehr merkwürdige Thatsache entgegen, und zwar in dem berühmten Phänomen des Generationswechsels (Metagenesis). Hier finden Sie sehr häufig z. B. unter den Plattwürmern, Mantelthieren, Pflanzenthieren, ferner unter den Farnkräutern und Moosen, daß das organische Individuum bei der Fortpflanzung zunächst eine Form erzeugt, die gänzlich von der Elternform verschieden ist, und daß erst die Nachkommen dieser Generation der erstern wieder ähnlich werden. Dieser regelmäßige Generationswechsel wurde 1819 von dem Dichter Chamisso auf seiner Weltumsegelung bei den Salpen entdeckt, cylindrischen und glasartig durchsichtigen Mantelthieren, welche an der Oberfläche des Meeres schwimmen. Hier erzeugt die größere Generation, welche als Einsiedler lebt und ein hufeisenförmiges Auge besitzt, auf ungeschlechtlichem Wege (durch Knospenbildung) eine gänzlich verschiedene kleinere Generation. Die Individuen dieser zweiten kleineren Generation leben in Ketten vereinigt und besitzen ein kegelförmiges Auge. Jedes Individuum einer solchen Kette erzeugt auf geschlechtlichem Wege (als Zwitter) wiederum einen geschlechtslosen Einsiedler der ersten, größeren Generation. Es sind also hier bei den Salpen immer die erste, dritte, fünfte Generation, und ebenso die zweite, vierte, sechste Generation einander ganz ähnlich. Nun ist es aber nicht

immer bloß eine Generation, die so überschlagen wird, sondern in anderen Fällen auch mehrere, so daß also die erste Generation der vierten, siebenten u. s. w. gleicht, die zweite der fünften und achten, die dritte der sechsten und neunten, und so weiter fort. Drei in dieser Weise verschiedene Generationen wechseln z. B. bei den zierlichen Seetönnchen (Doliolum) mit einander ab, kleinen Mantelthieren, welche den Salpen nahe verwandt sind. Hier ist A = D = G, ferner B = E = H, und C = F = I. Bei den Blattläusen folgt auf jede geschlechtliche Generation eine Reihe von acht bis zehn bis zwölf ungeschlechtlichen Generationen, die unter sich ähnlich und von der geschlechtlichen verschieden sind. Dann tritt erst wieder eine geschlechtliche Generation auf, die der längst verschwundenen gleich ist.

Wenn Sie dieses merkwürdige Gesetz der latenten oder unterbrochenen Vererbung weiter verfolgen und alle dahin gehörigen Erscheinungen zusammenfassen, so können Sie auch die bekannten Erscheinungen des Rückschlags darunter begreifen. Unter Rückschlag oder Atävismus versteht man die allen Thierzüchtern bekannte merkwürdige Thatsache, daß bisweilen einzelne Thiere eine Form annehmen, welche schon seit vielen Generationen nicht vorhanden war und einer längst entschwundenen Generation angehört. Eines der merkwürdigsten hierher gehörigen Beispiele ist die Thatsache, daß bei einzelnen Pferden bisweilen ganz charakteristische dunkle Streifen auftreten, ähnlich denen des Zebra, Quagga und anderer wilder Pferdearten Afrika's. Hauspferde von den verschiedensten Rassen und von allen Farben zeigen bisweilen solche dunkle Streifen, z. B. einen Längsstreifen des Rückens, Querstreifen der Schultern und der Beine u. s. w. Die plötzliche Erscheinung dieser Streifen läßt sich nur erklären als eine Wirkung der latenten Vererbung, als ein Rückschlag in die längst verschwundene uralte gemeinsame Stammform aller Pferdearten, welche zweifelsohne gleich den Zebras, Quaggas u. s. w. gestreift war. Ebenso erscheinen auch bei anderen Hausthieren oft plötzlich gewisse Eigenschaften wieder, welche ihre längst ausgestor-

benen wilden Stammeltern auszeichneten. Auch unter den Pflanzen kann man den Rückſchlag ſehr häufig beobachten. Sie kennen wohl Alle das wilde gelbe Löwenmaul (Linaria vulgaris), eine auf unſeren Aeckern und Wegen ſehr gemeine Pflanze. Die rachenförmige gelbe Blüthe derſelben enthält zwei lange und zwei kurze Staubfäden. Bisweilen aber erſcheint eine einzelne Blüthe (Peloria), welche trichterförmig und ganz regelmäßig aus fünf einzelnen gleichen Abſchnitten zuſammengeſetzt iſt, mit fünf gleichartigen Staubfäden. Dieſe Peloria können wir nur erklären als einen Rückſchlag in die längſt entſchwundene uralte gemeinſame Stammform aller derjenigen Pflanzen, welche gleich dem Löwenmaul eine rachenförmige zweilippige Blüthe mit zwei langen und zwei kurzen Staubfäden beſitzen. Jene Stammform beſaß gleich der Peloria eine regelmäßige fünftheilige Blüthe mit fünf gleichen, ſpäter erſt allmählich ungleich werdenden Staubfäden. (Vergl. oben S. 14, 16.) Alle ſolche Rückſchläge ſind unter das Geſetz der unterbrochenen oder latenten Vererbung zu bringen, wenn gleich die Zahl der Generationen, die überſprungen wird, ganz ungeheuer groß ſein kann.

Wenn Culturpflanzen oder Hausthiere verwildern, wenn ſie den Bedingungen des Culturlebens entzogen werden, ſo gehen ſie Veränderungen ein, welche nicht bloß als Anpaſſung an die neuerworbene Lebensweiſe erſcheinen, ſondern auch theilweiſe als Rückſchlag in die uralte Stammform, aus welcher die Culturformen erzogen worden ſind. So kann man die verſchiedenen Sorten des Kohls, die ungemein in ihrer Form verſchieden ſind, durch abſichtliche Verwilderung allmählich auf die urſprüngliche Stammform zurückführen. Ebenſo ſchlagen die verwilderten Hunde, Pferde, Rinder u. ſ. w. oft mehr oder weniger in eine längſt ausgeſtorbene Generation zurück. Es kann eine erſtaunlich lange Reihe von Generationen verfließen, ehe dieſe latente Vererbungskraft erliſcht.

Als ein drittes Geſetz der erhaltenden oder conſervativen Vererbung können wir das Geſetz der geſchlechtlichen oder ſexuellen Vererbung bezeichnen, nach welchem jedes Geſchlecht auf

ſeine Nachkommen deſſelben Geſchlechts Eigenthümlichkeiten überträgt, welche es nicht auf die Nachkommen des andern Geſchlechts vererbt. Die ſogenannten „ſecundären Sexualcharaktere", welche in mehrfacher Beziehung von außerordentlichem Intereſſe ſind, liefern für dieſes Geſetz überall zahlreiche Beiſpiele. Als untergeordnete oder ſecundäre Sexualcharaktere bezeichnet man ſolche Eigenthümlichkeiten des einen der beiden Geſchlechter, welche nicht unmittelbar mit den Geſchlechtsorganen ſelbſt zuſammenhängen. Solche Charaktere, welche bloß dem männlichen Geſchlecht zukommen, ſind z. B. das Geweih des Hirſches, die Mähne des Löwen, der Sporn des Hahns. Hierher gehört auch der menſchliche Bart, eine Zierde, welche gewöhnlich dem weiblichen Geſchlecht verſagt iſt. Aehnliche Charaktere, welche bloß das weibliche Geſchlecht auszeichnen, ſind z. B. die entwickelten Brüſte mit den Milchdrüſen der weiblichen Säugethiere, der Beutel der weiblichen Beutelthiere. Auch Körpergröße und Hautfärbung iſt bei den weiblichen Thieren vieler Arten abweichend. Alle dieſe ſecundären Geſchlechtseigenſchaften werden, ebenſo wie die Geſchlechtsorgane ſelbſt, vom männlichen Organismus nur auf den männlichen vererbt, nicht auf den weiblichen und umgekehrt. Die entgegengeſetzten Thatſachen ſind Ausnahmen von der Regel.

Ein viertes hierher gehöriges Vererbungsgeſetz ſteht in gewiſſem Sinne im Widerſpruch mit dem letzterwähnten, und beſchränkt dasſelbe, nämlich das Geſetz der gemiſchten oder beiderſeitigen (amphigonen) Vererbung. Dieſes Geſetz ſagt aus, daß ein jedes organiſche Individuum, welches auf geſchlechtlichem Wege erzeugt wird, von beiden Eltern Eigenthümlichkeiten annimmt, ſowohl vom Vater als von der Mutter. Dieſe Thatſache, daß von jedem der beiden Geſchlechter perſönliche Eigenſchaften auf alle, ſowohl männliche als weibliche Kinder übergehen, iſt ſehr wichtig. Goethe drückt ſie von ſich ſelbſt in dem hübſchen Verſe aus:

„Vom Vater hab' ich die Statur, des Lebens ernſtes Führen,
„Vom Mütterchen die Frohnatur und Luſt zu fabuliren."

Dieſe Erſcheinung wird Ihnen allen ſo bekannt ſein, daß ich

hier darauf nicht weiter einzugehen brauche. Durch den verſchiedenen Antheil ihres Charakters, welchen Vater und Mutter auf ihre Kinder vererben, werden vorzüglich die individuellen Verſchiedenheiten der Geſchwiſter bedingt.

Unter dieſes Geſetz der gemiſchten oder amphigonen Vererbung gehört auch die ſehr wichtige und intereſſante Erſcheinung der Baſtardzeugug (Hybridismus). Richtig gewürdigt, genügt ſie allein ſchon vollſtändig, um das herrſchende Dogma von der Conſtanz der Arten zu widerlegen. Pflanzen ſowohl als Thiere, welche zwei ganz verſchiedenen Species angehören, können ſich mit einander geſchlechtlich vermiſchen und eine Nachkommenſchaft erzeugen, die in vielen Fällen ſich ſelbſt wieder fortpflanzen kann, und zwar entweder (häufiger) durch Vermiſchung mit einem der beiden Stammeltern, oder aber (ſeltener) durch reine Inzucht, indem Baſtard ſich mit Baſtard vermiſcht, Das letztere iſt z. B. bei den Baſtarden von Haſen und Kaninchen feſtgeſtellt (Lepus Darwinii, S. 131). Allbekannt ſind die Baſtarde zwiſchen Pferd und Eſel, zwei ganz verſchiedenen Arten einer Gattung (Equus). Dieſe Baſtarde ſind verſchieden, je nachdem der Vater oder die Mutter zu der einen oder zu der anderen Art, zum Pferd oder zum Eſel gehört. Das Maulthier (Mulus), welches von einer Pferdeſtute und einem Eſelhengſt erzeugt iſt, hat ganz andere Eigenſchaften als der Mauleſel (Hinnus), der Baſtard vom Pferdehengſt und der Eſelſtute. In jedem Fall iſt der Baſtard (Hybrida), der aus der Kreuzung zweier verſchiedener Arten erzeugte Organismus, eine Miſchform, welche Eigenſchaften von beiden Eltern angenommen hat; allein die Eigenſchaften des Baſtards ſind ganz verſchieden, je nach der Form der Kreuzung. So zeigen auch die Mulattenkinder, welche von einem Europäer mit einer Negerin erzeugt werden, eine andere Miſchung der Charaktere, als diejenigen Baſtarde, welche ein Neger mit einer Europäerin erzeugt. Bei dieſen Erſcheinungen der Baſtardzeugung ſind wir (wie bei den anderen vorher erwähnten Vererbungsgeſetzen) jetzt noch nicht im Stande, die bewirkenden Urſachen im Einzelnen nachzuweiſen. Aber kein Naturforſcher zweifelt

daran, daß die Urſachen hier überall rein mechaniſch, in der Natur der organiſchen Materie ſelbſt begründet ſind. Wenn wir feinere Unterſuchungsmittel als unſere groben Sinnesorgane und deren Hülfsmittel hätten, ſo würden wir jene Urſachen erkennen, und auf die chemiſchen und phyſikaliſchen Eigenſchaften der Materie zurückführen können.

Als ein fünftes Geſetz müſſen wir nun unter den Erſcheinungen der conſervativen oder erhaltenden Vererbung noch das Geſetz der abgekürzten oder vereinfachten Vererbung anführen. Dieſes Geſetz iſt ſehr wichtig für die Keimesgeſchichte oder Ontogenie, d. h. für die Entwickelungsgeſchichte der organiſchen Individuen. Wie ich bereits im erſten Vortrage (S. 10) erwähnte und ſpäter noch ausführlich zu erläutern habe, iſt die Ontogenie oder die Entwickelungsgeſchichte der Individuen weiter nichts als eine kurze und ſchnelle, durch die Geſetze der Vererbung und Anpaſſung bedingte Wiederholung der Phylogenie, d. h. der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte des ganzen organiſchen Stammes oder Phylum, zu welchem der betreffende Organismus gehört. Wenn Sie z. B. die individuelle Entwickelung des Menſchen, des Affen, oder irgend eines anderen höheren Säugethieres innerhalb des Mutterleibes vom Ei an verfolgen, ſo finden Sie, daß der aus dem Ei entſtehende Keim oder Embryo eine Reihe von ſehr verſchiedenen Formen durchläuft, welche im Ganzen übereinſtimmt oder wenigſtens parallel iſt mit der Formenreihe, welche die hiſtoriſche Vorfahrenkette der höheren Säugethiere uns darbietet. Zu dieſen Vorfahren gehören gewiſſe Fiſche, Amphibien, Beutelthiere u. ſ. w. Allein der Parallelismus oder die Uebereinſtimmung dieſer beiden Entwickelungsreihen iſt niemals ganz vollſtändig. Vielmehr ſind in der Ontogenie immer Lücken und Sprünge, welche dem Ausfall einzelner Stadien der Phylogenie entſprechen. Wie Fritz Müller in ſeiner ausgezeichneten Schrift „Für Darwin“[16]) an dem Beiſpiel der Cruſtaceen oder Krebſe vortrefflich erläutert hat, „wird die in der individuellen Entwickelungsgeſchichte erhaltene geſchichtliche Urkunde allmählich verwiſcht,

indem die Entwickelung einen immer geraderen Weg vom Ei zum fertigen Thiere einſchlägt.“ Dieſe Verwiſchung oder Abkürzung wird durch das Geſetz der abgekürzten Vererbung bedingt, und ich will daſſelbe hier deshalb beſonders hervorheben, weil es von großer Bedeutung für das Verſtändniß der Embryologie iſt; es erklärt die anfangs befremdende Thatſache, daß nicht alle Entwickelungsformen, welche unſere Stammeltern durchlaufen haben, in der Formenreihe unſerer eigenen individuellen Entwickelung noch ſichtbar ſind.

Den bisher erörterten Geſetzen der erhaltenden oder conſervativen Vererbung ſtehen gegenüber die Vererbungs-Erſcheinungen der zweiten Reihe, die Geſetze der fortſchreitenden oder progreſſiven Vererbung. Sie beruhen, wie erwähnt, darauf, daß der Organismus nicht allein diejenigen Eigenſchaften auf ſeine Nachkommen überträgt, die er bereits von den Voreltern ererbt hat, ſondern auch eine Anzahl von denjenigen individuellen Eigenthümlichkeiten, welche er ſelbſt erſt während ſeines Lebens erworben hat. Die Anpaſſung verbindet ſich hier bereits mit der Vererbung und wirkt mit ihr zuſammen.

Unter dieſen wichtigen Erſcheinungen der fortſchreitenden oder progreſſiven Vererbung können wir an die Spitze als das allgemeinſte das Geſetz der angepaßten oder erworbenen Vererbung ſtellen. Daſſelbe beſagt eigentlich weiter Nichts, als was ich eben ſchon ausſprach, daß unter beſtimmten Umſtänden der Organismus fähig iſt, alle Eigenſchaften auf ſeine Nachkommen zu vererben, welche er ſelbſt erſt während ſeines Lebens durch Anpaſſung erworben hat. Am deutlichſten zeigt ſich dieſe Erſcheinung natürlich dann, wenn die neu erworbene Eigenthümlichkeit die ererbte Form bedeutend abändert. Das war in den Beiſpielen der Fall, welche ich Ihnen in dem vorigen Vortrage von der Vererbung überhaupt angeführt habe, bei den Menſchen mit ſechs Fingern und Zehen, den Stachelſchweinmenſchen, den Blutbuchen, Trauerweiden u. ſ. w. Auch die Vererbung erworbener Krankheiten, z. B. der Schwindſucht, des Wahnſinns, beweiſt dies Geſetz ſehr auffällig, ebenſo die Vererbung des Albinismus. Albinos oder Kakerlaken nennt man ſolche

Individuen, welche ſich durch Mangel der Farbſtoffe oder Pigmente in der Haut auszeichnen. Solche kommen bei Menſchen, Thieren und Pflanzen ſehr verbreitet vor. Bei Thieren, welche eine beſtimmte dunkle Farbe haben, werden nicht ſelten einzelne Individuen geboren, welche der Farbe gänzlich entbehren, und bei den mit Augen verſehenen Thieren iſt dieſer Pigmentmangel auch auf die Augen ausgedehnt, ſo daß die gewöhnlich lebhaft oder dunkel gefärbte Regenbogenhaut oder Iris des Auges farblos iſt, aber wegen der durchſchimmernden Blutgefäße roth erſcheint. Bei manchen Thieren, z. B. den Kaninchen, Mäuſen, ſind ſolche Albinos mit weißem Fell und rothen Augen ſo beliebt, daß man ſie in großer Menge als beſondere Raſſe fortpflanzt. Dies wäre nicht möglich ohne das Geſetz der angepaßten Vererbung.

Welche von einem Organismus erworbenen Abänderungen ſich auf ſeine Nachkommen übertragen werden, welche nicht, iſt von vornherein nicht zu beſtimmen, und wir kennen leider die beſtimmten Bedingungen nicht, unter denen die Vererbung erfolgt. Wir wiſſen nur im Allgemeinen, daß gewiſſe erworbene Eigenſchaften ſich viel leichter vererben als andere, z. B. als die durch Verwundung entſtehenden Verſtümmelungen. Dieſe letzteren werden in der Regel nicht erblich übertragen; ſonſt müßten die Deſcendenten von Menſchen, die ihre Arme oder Beine verloren haben, auch mit dem Mangel des entſprechenden Armes oder Beines geboren werden. Ausnahmen ſind aber auch hier vorhanden, und man hat z. B. eine ſchwanzloſe Hunderaſſe dadurch gezogen, daß man mehrere Generationen hindurch beiden Geſchlechtern des Hundes conſequent den Schwanz abſchnitt. Noch vor einigen Jahren kam hier in der Nähe von Jena auf einem Gute der Fall vor, daß beim unvorſichtigen Zuſchlagen des Stallthores einem Zuchtſtier der Schwanz an der Wurzel abgequetſcht wurde, und die von dieſem Stiere erzeugten Kälber wurden ſämmtlich ſchwanzlos geboren. Das iſt allerdings eine Ausnahme. Es iſt aber ſehr wichtig, die Thatſache feſtzuſtellen, daß unter gewiſſen uns unbekannten Bedingungen auch ſolche gewaltſame Veränderungen erblich übertragen werden, in gleicher Weiſe wie viele Krankheiten.

In sehr vielen Fällen ist die Abänderung, welche durch angepaßte Vererbung übertragen und erhalten wird, angeboren, so bei dem vorher erwähnten Albinismus. Dann beruht die Abänderung auf derjenigen Form der Anpassung, welche wir die indirecte oder potentielle nennen. Ein sehr auffallendes Beispiel dafür liefert das hornlose Rindvieh von Paraguay in Südamerika. Daselbst wird eine besondere Rindviehrasse gezogen, die ganz der Hörner entbehrt. Sie stammt von einem einzigen Stiere ab, welcher im Jahre 1770 von einem gewöhnlichen gehörnten Elternpaare geboren wurde, und bei welchem der Mangel der Hörner durch irgend welche unbekannte Ursache veranlaßt worden war. Alle Nachkommen dieses Stieres, welche er mit einer gehörnten Kuh erzeugte, entbehrten der Hörner vollständig. Man fand diese Eigenschaft vortheilhaft, und indem man die ungehörnten Rinder unter einander fortpflanzte, erhielt man eine hornlose Rindviehrasse, welche gegenwärtig die gehörnten Rinder in Paraguay fast verdrängt hat. Ein ähnliches Beispiel liefern die nordamerikanischen Otterschafe. Im Jahre 1791 lebte in Massachusetts in Nordamerika ein Landwirth, Seth Wright mit Namen. In seiner wohlgebildeten Schafheerde wurde auf einmal ein Lamm geboren, welches einen auffallend langen Leib und ganz kurze und krumme Beine hatte. Es konnte daher keine große Sprünge machen und namentlich nicht über den Zaun in des Nachbars Garten springen, eine Eigenschaft, welche dem Besitzer wegen der Abgrenzung des dortigen Gebiets durch Hecken sehr vortheilhaft erschien. Er kam also auf den Gedanken, diese Eigenschaft auf die Nachkommen zu übertragen, und in der That erzeugte er durch Kreuzung dieses Schafbocks mit wohlgebildeten Mutterschafen eine ganze Rasse von Schafen, die alle die Eigenschaften des Vaters hatten, kurze und gekrümmte Beine und einen langen Leib. Sie konnten alle nicht über die Hecken springen und wurden deshalb in Massachusetts damals sehr beliebt und verbreitet.

Ein zweites Gesetz, welches ebenfalls unter die Reihe der progressiven oder fortschreitenden Vererbung gehört, können wir das

TAYLOR INST.

Geſetz der befeſtigten oder conſtituirten Vererbung nennen. Daſſelbe äußert ſich darin, daß Eigenſchaften, die von einem Organismus während ſeines individuellen Lebens erworben wurden, um ſo ſicherer auf ſeine Nachkommen erblich übertragen werden, je längere Zeit hindurch die Urſachen jener Abänderung einwirkten, und daß dieſe Abänderung um ſo ſicherer Eigenthum auch aller folgenden Generationen wird, je längere Zeit hindurch auch auf dieſe die abändernde Urſache einwirkt. Die durch Anpaſſung oder Abänderung neu erworbene Eigenſchaft muß in der Regel erſt bis zu einem gewiſſen Grade befeſtigt oder conſtituirt ſein, ehe mit Wahrſcheinlichkeit darauf zu rechnen iſt, daß ſich dieſelbe auch auf die Nachkommenſchaft erblich überträgt. In dieſer Beziehung verhält ſich die Vererbung ähnlich wie die Anpaſſung. Je längere Zeit hindurch eine neu erworbene Eigenſchaft bereits durch Vererbung übertragen iſt, deſto ſicherer wird ſie auch in den kommenden Generationen ſich erhalten. Wenn alſo z. B. ein Gärtner durch methodiſche Behandlung eine neue Aepfelſorte gezüchtet hat, ſo kann er um ſo ſicherer darauf rechnen, die erwünſchte Eigenthümlichkeit dieſer Sorte zu erhalten, je länger er dieſelbe bereits vererbt hat. Daſſelbe zeigt ſich deutlich in der Vererbung von Krankheiten. Je länger bereits in einer Familie Schwindſucht oder Wahnſinn erblich iſt, deſto tiefer gewurzelt iſt das Uebel, deſto wahrſcheinlicher werden auch alle folgenden Generationen davon ergriffen werden.

Endlich können wir die Betrachtung der Erblichkeitserſcheinungen ſchließen mit den beiden ungemein wichtigen Geſetzen der gleichörtlichen und der gleichzeitlichen Vererbung. Wir verſtehen darunter die Thatſache, daß Veränderungen, welche von einem Organismus während ſeines Lebens erworben und erblich auf ſeine Nachkommen übertragen wurden, bei dieſen an derſelben Stelle des Körpers hervortreten, an welcher der elterliche Organismus zuerſt von ihnen betroffen wurde, und daß ſie bei den Nachkommen auch im gleichen Lebensalter erſcheinen, wie bei dem erſteren.

Das Geſetz der gleichzeitlichen oder homochronen

Vererbung, welches Darwin das Geſetz der „Vererbung in correſpondirendem Lebensalter“ nennt, läßt ſich wiederum ſehr deutlich an der Vererbung von Krankheiten nachweiſen, zumal von ſolchen, die wegen ihrer Erblichkeit ſehr verderblich werden. Dieſe treten im kindlichen Organismus in der Regel zu einer Zeit auf, welche derjenigen entſpricht, in welcher der elterliche Organismus die Krankheit erwarb. Erbliche Erkrankungen der Lunge, der Leber, der Zähne, des Gehirns, der Haut u. ſ. w. erſcheinen bei den Nachkommen gewöhnlich in der gleichen Zeit oder nur wenig früher, als ſie beim elterlichen Organismus eintraten oder von dieſem überhaupt erworben wurden. Das Kalb bekommt ſeine Hörner in demſelben Lebensalter wie ſeine Eltern. Ebenſo erhält das junge Hirſchkalb ſein Geweih in derſelben Lebenszeit, in welcher es bei ſeinem Vater und Großvater hervorgeſproßt war. Bei jeder der verſchiedenen Weinſorten reifen die Trauben zur ſelben Zeit, wie bei ihren Voreltern. Bekanntlich iſt dieſe Reifzeit bei den verſchiedenen Sorten ſehr verſchieden; da aber alle von einer einzigen Art abſtammen, iſt dieſe Verſchiedenheit von den Stammeltern der einzelnen Sorten erſt erworben worden und hat ſich dann erblich fortgepflanzt.

Das Geſetz der gleichörtlichen oder homotopen Vererbung endlich, welches mit dem letzterwähnten Geſetze im engſten Zuſammenhange ſteht, und welches man auch „das Geſetz der Vererbung an correſpondirender Körperſtelle“ nennen könnte, läßt ſich wiederum in pathologiſchen Erblichkeitsfällen ſehr deutlich erkennen. Große Muttermale z. B. oder Pigmentanhäufungen an einzelnen Hautſtellen, ebenſo Geſchwülſte der Haut, erſcheinen oft Generationen hindurch nicht allein in demſelben Lebensalter, ſondern auch an derſelben Stelle der Haut. Ebenſo iſt übermäßige Fettentwickelung an einzelnen Körperſtellen erblich. Eigentlich aber ſind für dieſes Geſetz, wie für das vorige, zahlloſe Beiſpiele überall in der Embryologie zu finden. Sowohl das Geſetz der gleichzeitlichen als das Geſetz der gleichörtlichen Vererbung ſind Grundgeſetze der Embryologie oder Ontogenie. Denn wir erklären

uns durch diese Gesetze die merkwürdige Thatsache, daß die verschiedenen auf einander folgenden Formzustände während der individuellen Entwickelung in allen Generationen einer und derselben Art stets in derselben Reihenfolge auftreten, und daß die Umbildungen des Körpers immer an denselben Stellen erfolgen. Diese scheinbar einfache und selbstverständliche Erscheinung ist doch überaus wunderbar und merkwürdig; wir können die näheren Ursachen derselben nicht erklären, aber mit Sicherheit behaupten, daß sie auf der unmittelbaren Uebertragung der organischen Materie vom elterlichen auf den kindlichen Organismus beruhen, wie wir es im Vorigen für den Vererbungsproceß im Allgemeinen aus den Thatsachen der Fortpflanzung nachgewiesen haben.

Nachdem wir so die wichtigsten Vererbungsgesetze hervorgehoben haben, wenden wir uns zur zweiten Reihe der Erscheinungen, welche bei der natürlichen Züchtung in Betracht kommen, nämlich zu denen der Anpassung oder Abänderung. Diese Erscheinungen stehen, im Großen und Ganzen betrachtet, in einem gewissen Gegensatze zu den Vererbungserscheinungen, und die Schwierigkeit, welche die Betrachtung beider darbietet, besteht zunächst darin, daß beide sich auf das Vollständigste durchkreuzen und verweben. Daher sind wir nur selten im Stande, bei den Formveränderungen, die unter unsern Augen geschehen, mit Sicherheit zu sagen, wieviel davon auf die Vererbung, wieviel auf die Abänderung zu beziehen ist. Alle Formcharaktere, durch welche sich die Organismen unterscheiden, sind entweder durch die Vererbung oder durch die Anpassung verursacht; da aber beide Functionen beständig in Wechselwirkung zu einander stehen, ist es für den Systematiker außerordentlich schwer, den Antheil jeder der beiden Functionen an der speciellen Bildung der einzelnen Formen zu erkennen. Dies ist gegenwärtig um so schwieriger, als man sich noch kaum der ungeheuren Bedeutung dieser Thatsache bewußt geworden ist, und als die meisten Naturforscher die Theorie der Anpassung ebenso wie die der Vererbung vernachlässigt haben. Die soeben aufgestellten Vererbungsgesetze, wie die sogleich anzuführenden Gesetze der Anpassung, bilden gewiß nur einen klei-

nen Bruchtheil der vorhandenen, meist noch nicht untersuchten Erscheinungen dieses Gebietes; und da jedes dieser Gesetze mit jedem anderen in Wechselbeziehung treten kann, so geht daraus die unendliche Verwickelung von physiologischen Thätigkeiten hervor, die bei der Formbildung der Organismen in der That wirksam sind.

Was nun die Erscheinung der Abänderung oder Anpassung im Allgemeinen betrifft, so müssen wir dieselbe, ebenso wie die Thatsache der Vererbung, als eine ganz allgemeine physiologische Grundeigenschaft aller Organismen ohne Ausnahme hinstellen, als eine Lebensäußerung, welche von dem Begriffe des Organismus gar nicht zu trennen ist. Streng genommen müssen wir auch hier, wie bei der Vererbung, zwischen der Anpassung selbst und der Anpassungsfähigkeit unterscheiden. Unter Anpassung (Adaptatio) oder Abänderung (Variatio) verstehen wir die Thatsache, daß der Organismus in Folge von Einwirkungen der umgebenden Außenwelt gewisse neue Eigenthümlichkeiten in seiner Lebensthätigkeit, Mischung und Form annimmt, welche er nicht von seinen Eltern geerbt hat; diese erworbenen individuellen Eigenschaften stehen den ererbten gegenüber, welche seine Eltern und Voreltern auf ihn übertragen haben. Dagegen nennen wir Anpassungsfähigkeit (Adaptabilitas) oder Veränderlichkeit (Variabilitas) die allen Organismen inne wohnende Fähigkeit, derartige neue Eigenschaften unter dem Einflusse der Außenwelt zu erwerben.

Die unleugbare Thatsache der organischen Anpassung oder Abänderung ist allbekannt und an tausend uns umgebenden Erscheinungen jeden Augenblick wahrzunehmen. Allein gerade deshalb, weil die Erscheinungen der Abänderung durch äußere Einflüsse selbstverständlich erscheinen, hat man dieselben bisher noch fast gar nicht einer genaueren wissenschaftlichen Untersuchung unterzogen. Es gehören dahin alle Erscheinungen, welche wir als die Folgen der Angewöhnung und Abgewöhnung, der Uebung und Nichtübung betrachten, oder als die Folgen der Dressur, der Erziehung, der Acclimatisation, der Gymnastik u. s. w. Auch viele bleibende Veränderungen

durch krankmachende Ursachen, viele Krankheiten sind weiter nichts als gefährliche Anpassungen des Organismus an verderbliche Lebensbedingungen. Bei den Culturpflanzen und Hausthieren tritt die Erscheinung der Abänderung so auffallend und mächtig hervor, daß eben darauf der Thierzüchter und Gärtner seine ganze Thätigkeit gründet, oder vielmehr auf die Wechselbeziehung, in welche er diese Erscheinungen mit denen der Vererbung setzt. Ebenso ist es bei den Pflanzen und Thieren im wilden Zustande allbekannt, daß sie abändern oder variiren. Jede systematische Bearbeitung einer Thier- oder Pflanzengruppe müßte, wenn sie ganz vollständig und erschöpfend sein wollte, bei jeder einzelnen Art eine Menge von Abänderungen anführen, welche mehr oder weniger von der herrschenden oder typischen Hauptform der Species abweichen. In der That finden Sie in jedem genauer gearbeiteten systematischen Specialwerk bei den meisten Arten eine Anzahl von solchen Variationen oder Umbildungen angeführt, welche bald als individuelle Abweichungen, bald als sogenannte Spielarten, Rassen, Varietäten, Abarten oder Unterarten bezeichnet werden. Oft entfernen sich dieselben außerordentlich weit von der Stammart, und doch sind sie lediglich durch die Anpassung des Organismus an die äußeren Lebensbedingungen entstanden.

Wenn wir nun zunächst die allgemeinen Ursachen dieser Anpassungserscheinungen zu begründen suchen, so kommen wir zu dem Resultate, daß dieselben in Wirklichkeit so einfach sind, als die Ursachen der Erblichkeitserscheinungen. Wie wir für die Vererbungsthatsachen die Fortpflanzung als allgemeine Grundursache nachwiesen, die Uebertragung der elterlichen Materie auf den kindlichen Körper, so können wir für die Thatsachen der Anpassung oder Abänderung, als die allgemeine Grundursache, die physiologische Thätigkeit der Ernährung oder des Stoffwechsels hinstellen. Wenn ich hier die „Ernährung" als Grundursache der Abänderung und Anpassung anführe, so nehme ich dieses Wort im weitesten Sinne, und verstehe darunter die gesammten materiellen Veränderungen, welche der Organismus in allen seinen Theilen durch die Einflüsse der ihn um-

gebenden Außenwelt erleidet. Es gehört alſo zur Ernährung nicht allein die Aufnahme der wirklich nährenden Stoffe und der Einfluß der verſchiedenartigen Nahrung, ſondern auch z. B. die Einwirkung des Waſſers und der Atmoſphäre, der Einfluß des Sonnenlichts, der Temperatur und aller derjenigen meteorologiſchen Erſcheinungen, welche man unter dem Begriff „Klima“ zuſammenfaßt. Auch der mittelbare und unmittelbare Einfluß der Bodenbeſchaffenheit und des Wohnorts gehört hierher, ferner der äußerſt wichtige und vielſeitige Einfluß, welchen die umgebenden Organismen, die Freunde und Nachbarn, die Feinde und Räuber, die Schmarotzer oder Paraſiten u. ſ. w. auf jedes Thier und auf jede Pflanze ausüben. Alle dieſe und noch viele andere höchſt wichtige Einwirkungen, welche alle den Organismus mehr oder weniger in ſeiner materiellen Zuſammenſetzung verändern, müſſen hier beim Stoffwechſel in Betracht gezogen werden. Demgemäß wird die Anpaſſung die Folge aller jener materiellen Veränderungen ſein, welche die äußeren Exiſtenz-Bedingungen in der Ernährung der Elementartheile, die Einflüſſe der umgebenden Außenwelt im Stoffwechſel des Organismus hervorbringen.

Wie ſehr jeder Organismus von ſeiner geſammten äußeren Umgebung abhängt und durch deren Wechſel verändert wird, iſt Ihnen Allen im Allgemeinen bekannt. Denken Sie bloß daran, wie die menſchliche Thatkraft von der Temperatur der Luft abhängig iſt, oder die Gemüthsſtimmung von der Farbe des Himmels. Je nachdem der Himmel wolkenlos und ſonnig iſt, oder mit trüben, ſchweren Wolken bedeckt, iſt unſere Stimmung heiter oder trübe. Wie anders empfinden nnd denken wir im Walde während einer ſtürmiſchen Winternacht und während eines heitern Sommertages! Alle dieſe verſchiedenen Stimmungen unſerer Seele beruhen auf rein materiellen Veränderungen unſeres Gehirns, auf molekularen Plasma-Bewegungen, welche mittelſt der Sinne durch die verſchiedene Einwirkung des Lichtes, der Wärme, der Feuchtigkeit u. ſ. w. hervorgebracht werden. „Wir ſind ein Spiel von jedem Druck der Luft!“

Nicht minder wichtig und tiefgreifend ſind die Einwirkungen,

welche unser Geist und unser Körper durch die verschiedene Qualität und Quantität der Nahrungsmittel im engeren Sinne erfährt. Unsere Geistesarbeit, die Thätigkeit unseres Verstandes und unserer Phantasie ist gänzlich verschieden, je nachdem wir vor und während derselben Thee und Kaffee, oder Wein und Bier genossen haben. Unsere Stimmungen, Wünsche und Gefühle sind ganz anders, wenn wir hungern und wenn wir gesättigt sind. Der Nationalcharakter der Engländer und der Ganchos in Südamerika, welche vorzugsweise von Fleisch, von stickstoffreicher Nahrung leben, ist gänzlich verschieden von demjenigen der kartoffeleſſenden Irländer und der reiseſſenden Chineſen, welche vorwiegend stickstoffloſe Nahrung genießen. Auch lagern die letzteren viel mehr Fett ab, als die ersteren. Hier wie überall gehen die Veränderungen des Geistes mit entsprechenden Umbildungen des Körpers Hand in Hand; beide sind durch rein materielle Ursachen bedingt. Ganz ebenso wie der Mensch, werden aber auch alle anderen Organismen durch die verschiedenen Einflüsse der Ernährung abgeändert und umgebildet. Ihnen allen ist bekannt, daß wir ganz willkürlich die Form, Größe, Farbe u. s. w. bei unseren Culturpflanzen und Hausthieren durch Veränderung der Nahrung abändern können, daß wir z. B. einer Pflanze ganz bestimmte Eigenschaften nehmen oder geben können, je nachdem wir sie einem größeren oder geringeren Grade von Sonnenlicht und Feuchtigkeit aussetzen. Da diese Erscheinungen ganz allgemein verbreitet und bekannt sind, und wir sogleich zur Betrachtung der verschiedenen Anpassungsgesetze übergehen werden, wollen wir uns hier nicht länger bei den allgemeinen Thatsachen der Abänderung aufhalten.

Gleichwie die verschiedenen Vererbungsgesetze sich naturgemäß in die beiden Reihen der conservativen und der progressiven Vererbung sondern lassen, so kann man unter den Anpassungsgesetzen ebenfalls zwei verschiedene Reihen unterscheiden, nämlich erstens die Reihe der indirecten oder mittelbaren, und zweitens die Reihe der directen oder unmittelbaren Anpassungsgesetze. Letztere kann man auch als actuelle, erstere als potentielle Anpassungsgesetze bezeichnen.

Die erſte Reihe, welche die Erſcheinungen der unmittelbaren oder indirecten (potentiellen) Anpaſſung umfaßt, iſt im Ganzen bis jetzt ſehr wenig berückſichtigt worden, und es bleibt das Verdienſt Darwin's, auf dieſe Reihe von Veränderungen ganz beſonders hingewieſen zu haben. Es iſt etwas ſchwierig, dieſen Gegenſtand gehörig klar darzuſtellen; ich werde verſuchen, Ihnen denſelben nachher durch Beiſpiele deutlich zu machen. Ganz allgemein ausgedrückt beſteht die indirecte oder potentielle Anpaſſung in der Thatſache, daß gewiſſe Veränderungen im Organismus, welche durch den Einfluß der Nahrung (im weiteſten Sinne) und überhaupt der äußeren Exiſtenzbedingungen bewirkt werden, nicht in der individuellen Formbeſchaffenheit des betroffenen Organismus ſelbſt, ſondern in derjenigen ſeiner Nachkommen ſich äußern und in die Erſcheinung treten. So wird namentlich bei den Organismen, welche ſich auf geſchlechtlichem Wege fortpflanzen, das Reproductionsſyſtem oder der Geſchlechtsapparat oft durch äußere Wirkungen, welche im Uebrigen den Organismus wenig berühren, dergeſtalt beeinflußt, daß die Nachkommenſchaft deſſelben eine ganz veränderte Bildung zeigt. Sehr auffällig kann man das an den künſtlich erzeugten Monſtroſitäten ſehen. Man kann Monſtroſitäten oder Mißgeburten dadurch erzeugen, daß man den elterlichen Organismus einer beſtimmten, außerordentlichen Lebensbedingung unterwirft. Dieſe ungewohnte Lebensbedingung erzeugt aber nicht eine Veränderung des Organismus ſelbſt, ſondern eine Veränderung ſeiner Nachkommen. Man kann das nicht als Vererbung bezeichnen, weil ja nicht eine im elterlichen Organismus vorhandene Eigenſchaft als ſolche erblich auf die Nachkommen übertragen wird. Vielmehr tritt eine Abänderung, welche den elterlichen Organismus betraf, aber nicht wahrnehmbar afficirte, erſt in der eigenthümlichen Bildung ſeiner Nachkommen wirkſam zu Tage. Bloß der Anſtoß zu dieſer neuen Bildung wird durch das Ei der Mutter oder durch den Samenfaden des Vaters bei der Fortpflanzung übertragen. Die Neubildung iſt im elterlichen Organismus bloß der Möglichkeit nach (potentia) vorhanden: im kindlichen wird ſie zur Wirklichkeit (actu).

Indem man dieſe ſehr wichtige und ſehr allgemeine Erſcheinung bisher ganz vernachläſſigt hatte, war man geneigt, alle wahrnehmbaren Abänderungen und Umbildungen der organiſchen Formen als Anpaſſungserſcheinungen der zweiten Reihe zu betrachten, derjenigen der unmittelbaren oder directen (actuellen) Anpaſſung. Das Weſen dieſer Anpaſſungsgeſetze liegt darin, daß die den Organismus betreffende Veränderung (in der Ernährung u. ſ. w.) bereits in deſſen eigener Umbildung und nicht erſt in derjenigen ſeiner Nachkommen ſich äußert. Hierher gehören alle die bekannten Erſcheinungen, bei denen wir den umgeſtaltenden Einfluß des Klimas, der Nahrung, der Erziehung, Dreſſur u. ſ. w. unmittelbar an den betroffenen Individuen ſelbſt in ſeiner Wirkung verfolgen können.

Wie die beiden Erſcheinungsreihen der conſervativen und der progreſſiven Vererbung trotz ihres principiellen Unterſchiedes vielfach in einander greifen und ſich gegenſeitig modificiren, vielfach zuſammenwirken und ſich durchkreuzen, ſo gilt das in noch höherem Maße von den beiden entgegengeſetzten und doch innig zuſammenhängenden Erſcheinungsreihen der indirecten und der directen Anpaſſung. Einige Naturforſcher, namentlich Darwin und Carl Vogt, ſchreiben den indirecten oder potentiellen Anpaſſungen eine viel bedeutendere oder ſelbſt eine faſt ausſchließliche Wirkſamkeit zu. Die Mehrzahl der Naturforſcher aber war bisher geneigt, umgekehrt das Hauptgewicht auf die Wirkung der directen oder actuellen Anpaſſungen zu legen. Ich halte dieſen Streit vorläufig für ziemlich unnütz. Nur ſelten ſind wir in der Lage, im einzelnen Abänderungsfalle beurtheilen zu können, wie viel davon auf Rechnung der directen, wieviel auf Rechnung der indirecten Anpaſſung kömmt. Wir kennen im Ganzen dieſe außerordentlich wichtigen und verwickelten Verhältniſſe noch viel zu wenig, und können daher nur im Allgemeinen die Behauptung aufſtellen, daß die Umbildung der organiſchen Formen entweder bloß der directen, oder bloß der indirecten, oder endlich drittens dem Zuſammenwirken der directen und der indirecten Anpaſſung zuzuſchreiben iſt.

Zehnter Vortrag.

Anpassungsgesetze.

Gesetze der indirecten oder potentiellen Anpassung. Individuelle Anpassung Monströse oder sprungweise Anpassung. Geschlechtliche oder sexuelle Anpassung' Gesetze der directen oder actuellen Anpassung. Allgemeine oder universelle Anpassung. Gehäufte oder cumulative Anpassung Gehäufte Einwirkung der äußeren Existenzbedingungen und gehäufte Gegenwirkung des Organismus. Der freie Wille. Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Uebung und Gewohnheit. Wechselbezügliche oder correlative Anpassung. Wechselbeziehungen der Entwickelung. Correlation der Organe. Erklärung der indirecten oder potentiellen Anpassung durch die Correlation der Geschlechtsorgane und der übrigen Körpertheile. Abweichende oder divergente Anpassung. Unbeschränkte oder unendliche Anpassung.

Meine Herren! Die Erscheinungen der Anpassung oder Abänderung, welche in Verbindung und in Wechselwirkung mit den Vererbungserscheinungen die ganze unendliche Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenformen hervorbringen, hatten wir im letzten Vortrage in zwei verschiedene Gruppen gebracht, erstens die Reihe der indirecten oder potentiellen und zweitens die Reihe der directen oder actuellen Anpassungen. Wir wenden uns nun heute zu einer näheren Betrachtung der verschiedenen allgemeinen Gesetze, welche wir unter diesen beiden Reihen von Abänderungserscheinungen zu erkennen im Stande sind. Lassen Sie uns zunächst die merkwürdigen und sehr wichtigen, obwohl bisher sehr vernachlässigten Erscheinungen der indirecten oder mittelbaren Abänderung in's Auge fassen.

Digitized by Google

Die indirecte oder potentielle Anpaſſung äußert ſich, wie Sie ſich erinnern werden, in der auffallenden und äußerſt wichtigen Thatſache, daß die organiſchen Individuen Umbildungen erleiden und neue Formen annehmen in Folge von Ernährungsveränderungen, welche nicht ſie ſelbſt, ſondern ihren elterlichen Organismus betrafen. Der umgeſtaltende Einfluß der äußeren Exiſtenzbedingungen, des Klimas, der Nahrung ꝛc. äußert hier ſeine Wirkung nicht direct, in der Umbildung des Organismus ſelbſt, ſondern indirect, in derjenigen ſeiner Nachkommen.

Als das oberſte und allgemeinſte von den Geſetzen der indirecten Abänderung können wir das Geſetz der individuellen Anpaſſung hinſtellen, nämlich den wichtigen Satz, daß alle organiſchen Individuen von Anbeginn ihrer individuellen Exiſtenz an ungleich, wenn auch oft höchſt ähnlich ſind. Zum Beweis dieſes Satzes können wir zunächſt auf die Thatſache hinweiſen, daß beim Menſchen allgemein alle Geſchwiſter, alle Kinder eines Elternpaares von Geburt an ungleich ſind. Es wird Niemand behaupten, daß zwei Geſchwiſter bei der Geburt noch vollkommen gleich ſind, daß die Größe aller einzelnen Körpertheile, die Zahl der Kopfhaare, der Oberhautzellen, der Blutzellen in beiden Geſchwiſtern ganz gleich ſei, daß beide dieſelben Anlagen und Talente mit auf die Welt gebracht haben. Ganz beſonders beweiſend für dieſes Geſetz der individuellen Verſchiedenheit iſt aber die Thatſache, daß bei denjenigen Thieren, welche mehrere Junge werfen, z. B. bei den Hunden und Katzen, alle Jungen eines jeden Wurfes von einander verſchieden ſind, bald durch geringere, bald durch auffallendere Differenzen in der Größe, Färbung, Länge der einzelnen Körpertheile, Stärke u. ſ. w. Nun gilt aber dieſes Geſetz ganz allgemein. Alle organiſchen Individuen ſind von Anfang an durch gewiſſe, wenn auch oft höchſt feine Unterſchiede ausgezeichnet, und die Urſache dieſer individuellen Unterſchiede, wenn auch im Einzelnen uns gewöhnlich ganz unbekannt, liegt theilweiſe oder ausſchließlich in gewiſſen Einwirkungen, welche die Fortpflanzungsorgane des elterlichen Organismus erfahren haben.

Weniger wichtig und allgemein, als dieses Gesetz der individuellen Abänderung, ist ein zweites Gesetz der indirecten Anpassung, welches wir das Gesetz der monströsen oder sprungweisen Anpassung nennen wollen. Hier sind die Abweichungen des kindlichen Organismus von der elterlichen Form so auffallend, daß wir sie in der Regel als Mißgeburten oder Monstrositäten bezeichnen können. Diese werden in vielen Fällen, wie es durch Experimente nachgewiesen ist, dadurch erzeugt, daß man den elterlichen Organismus einer bestimmten Behandlung unterwirft, in eigenthümliche Ernährungsverhältnisse versetzt, z. B. Luft und Licht ihm entzieht oder andere auf seine Ernährung mächtig einwirkende Einflüsse in bestimmter Weise abändert. Die neue Existenzbedingung bewirkt eine starke und auffallende Abänderung der Gestalt, aber nicht an dem unmittelbar davon betroffenen Organismus, sondern erst an dessen Nachkommenschaft. Die Art und Weise dieser Einwirkung im Einzelnen zu erkennen, ist uns auch hier nicht möglich, und wir können nur ganz im Allgemeinen den ursächlichen Zusammenhang zwischen der monströsen Bildung des Kindes und einer gewissen Veränderung in den Existenzbedingungen seiner Eltern, sowie deren Einfluß auf die Fortpflanzungsorgane der letzteren, feststellen. In diese Reihe der monströsen oder sprungweisen Abänderungen gehören wahrscheinlich die früher erwähnten Erscheinungen des Albinismus, sowie die einzelnen Fälle von Menschen mit sechs Fingern und Zehen, von ungehörnten Rindern, sowie von Schafen und Ziegen mit vier oder sechs Hörnern. Wahrscheinlich verdankt in allen diesen Fällen die monströse Abänderung ihre Entstehung einer Ursache, welche zunächst nur das Reproductionssystem des elterlichen Organismus, das Ei der Mutter oder das Sperma des Vaters afficirte.

Als eine dritte eigenthümliche Aeußerung der indirecten Anpassung können wir das Gesetz der geschlechtlichen oder sexuellen Anpassung bezeichnen. So nennen wir die merkwürdige Thatsache, daß bestimmte Einflüsse, welche auf die männlichen Fortpflanzungsorgane einwirken, nur in der Formbildung der männlichen Nach-

kommen, und ebenso andere Einflüsse, welche die weiblichen Geschlechtsorgane betreffen, nur in der Gestaltveränderung der weiblichen Nachkommen ihre Wirkung äußern. Diese merkwürdige Erscheinung ist noch sehr dunkel und wenig beachtet, wahrscheinlich aber von großer Bedeutung für die Entstehung der früher betrachteten „secundären Sexualcharaktere".

Alle die angeführten Erscheinungen der geschlechtlichen, der sprungweisen und der individuellen Anpassung, welche wir als „Gesetze der indirecten oder mittelbaren (potentiellen) Anpassung" zusammenfassen können, sind uns in ihrem eigentlichen Wesen, in ihrem tieferen ursächlichen Zusammenhang noch äußerst wenig bekannt. Nur soviel läßt sich schon jetzt mit Sicherheit behaupten, daß sehr zahlreiche und wichtige Umbildungen der organischen Formen diesem Vorgange ihre Entstehung verdanken. Viele und auffallende Formveränderungen sind lediglich bedingt durch Ursachen, welche zunächst nur auf die Ernährung des elterlichen Organismus und zwar auf dessen Fortpflanzungsorgane einwirkten. Offenbar sind hierbei die wichtigen Wechselbeziehungen, in denen die Geschlechtsorgane zu den übrigen Körpertheilen stehen, von der größten Bedeutung. Von diesen werden wir sogleich bei dem Gesetze der wechselbezüglichen Anpassung noch mehr zu sagen haben. Wie mächtig überhaupt Veränderungen in den Lebensbedingungen, in der Ernährung auf die Fortpflanzung der Organismen einwirken, beweist allein schon die merkwürdige Thatsache, daß zahlreiche wilde Thiere, die wir in unseren zoologischen Gärten halten, und ebenso viele in unserer botanischen Gärten verpflanzte exotische Gewächse nicht mehr im Stande sind, sich fortzupflanzen, so z. B. die meisten Raubvögel, Papageien und Affen. Auch der Elephant und die bärenartigen Raubthiere werfen in der Gefangenschaft fast niemals Junge. Ebenso werden viele Pflanzen im Culturzustande unfruchtbar. Es erfolgt zwar die Verbindung der beiden Geschlechter, aber keine Befruchtung oder keine Entwickelung der befruchteten Keime. Hieraus ergiebt sich unzweifelhaft, daß die durch den Culturzustand veränderte Ernährungsweise

die Fortpflanzungsfähigkeit gänzlich aufzuheben, also den größten Einfluß auf die Geschlechtsorgane auszuüben im Stande ist. Ebenso können andere Anpassungen oder Ernährungsveränderungen des elterlichen Organismus zwar nicht den gänzlichen Ausfall der Nachkommenschaft, wohl aber bedeutende Umbildungen in deren Form veranlassen.

Viel bekannter als die Erscheinungen der indirecten oder potentiellen Anpassung sind diejenigen der directen oder actuellen Anpassung, zu deren näherer Betrachtung wir uns jetzt wenden. Es gehören hierher alle diejenigen Abänderungen der Organismen, welche man als die Folgen der Uebung, Gewohnheit, Dressur, Erziehung u. s. w. betrachtet, ebenso diejenigen Umbildungen der organischen Formen, welche unmittelbar durch den Einfluß der Nahrung, des Klimas und anderer äußerer Existenzbedingungen bewirkt werden. Wie schon vorher bemerkt, tritt hier bei der directen oder unmittelbaren Anpassung der umbildende Einfluß der äußeren Ursache unmittelbar in der Form des betroffenen Organismus selbst, und nicht erst in derjenigen seiner Nachkommenschaft wirksam zu Tage.

Unter den verschiedenen Gesetzen der directen oder actuellen Anpassung können wir als das oberste und umfassendste das Gesetz der allgemeinen oder universellen Anpassung an die Spitze stellen. Dasselbe läßt sich kurz in dem Satze aussprechen: „Alle organischen Individuen werden im Laufe ihres Lebens durch Anpassung an verschiedene Lebensbedingungen einander ungleich, obwohl die Individuen einer und derselben Art sich meistens sehr ähnlich bleiben.“ Eine gewisse Ungleichheit der organischen Individuen wurde, wie Sie sahen, schon durch das Gesetz der individuellen (indirecten) Anpassung bedingt. Allein diese ursprüngliche Ungleichheit der Einzelwesen wird späterhin dadurch noch gesteigert, daß jedes Individuum sich während seines selbstständigen Lebens seinen eigenthümlichen Existenzbedingungen unterwirft und anpaßt. Alle verschiedenen Einzelwesen einer jeden Art, so ähnlich sie in ihren ersten

Lebensstadien auch sein mögen, werden im weitern Verlaufe der Existenz einander mehr oder minder ungleich. In geringeren oder bedeutenderen Eigenthümlichkeiten entfernen sie sich von einander, und das ist eine natürliche Folge der verschiedenen Bedingungen, unter denen alle Individuen leben. Es giebt nicht zwei einzelne Wesen irgend einer Art, die unter ganz gleichen äußeren Umständen ihr Leben vollbringen. Die Lebensbedingungen der Nahrung, der Feuchtigkeit, der Luft, des Lichtes, ferner die Lebensbedingungen der Gesellschaft, die Wechselbeziehungen zu den umgebenden Individuen derselben Art und anderer Arten, sind bei allen Einzelwesen verschieden; diese Verschiedenheit wirkt zunächst auf die Functionen, weiterhin auf die Formen jedes einzelnen Organismus umbildend ein.

Wenn Geschwister einer menschlichen Familie schon von Anfang an gewisse individuelle Ungleichheiten zeigen, die wir als Folge der individuellen (indirecten) Anpassung betrachten können, so erscheinen uns dieselben noch weit mehr verschieden in späterer Lebenszeit, wo die einzelnen Geschwister verschiedene Erfahrungen durchgemacht, und sich verschiedenen Lebensverhältnissen angepaßt haben. Die ursprünglich angelegte Verschiedenheit des individuellen Entwickelungsganges wird offenbar um so größer, je länger das Leben dauert, je mehr verschiedenartige äußere Bedingungen auf die einzelnen Individuen Einfluß erlangen. Das können Sie am einfachsten an den Menschen selbst, sowie an den Hausthieren und Culturpflanzen nachweisen, bei denen Sie willkürlich die Lebensbedingungen modificiren können. Zwei Brüder, von denen der eine zum Arbeiter, der andere zum Priester erzogen wird, entwickeln sich in körperlicher und geistiger Beziehung ganz verschieden; ebenso zwei Hunde eines und desselben Wurfes, von denen der eine zum Jagdhund, der andere zum Kettenhund erzogen wird. Dasselbe gilt aber auch von den organischen Individuen im Naturzustande. Wenn Sie z. B. in einem Kiefern- oder in einem Buchenwalde, der bloß aus Bäumen einer einzigen Art besteht, sorgfältig alle Bäume mit einander vergleichen, so finden Sie allemal, daß von allen hundert oder tausend Bäumen nicht

zwei Individuen in der Größe des Stammes und der einzelnen Theile, in der Zahl der Zweige, Blätter, Früchte u. s. w. völlig übereinstimmen. Ueberall finden Sie individuelle Ungleichheiten, welche zum Theil wenigstens bloß die Folge der verschiedenen Lebensbedingungen sind, unter denen sich alle Bäume entwickelten. Freilich läßt sich niemals mit Bestimmtheit sagen, wie viel von dieser Ungleichheit aller Einzelwesen jeder Art ursprünglich (durch die indirecte individuelle Anpassung bedingt), wie viel davon erworben (durch die directe universelle Anpassung bewirkt) sein mag.

Nicht minder wichtig und allgemein als die universelle Anpassung ist eine zweite Erscheinungsreihe der directen Anpassung, welche wir das Gesetz der gehäuften oder cumulativen Anpassung nennen können. Unter diesem Namen fasse ich eine große Anzahl von sehr wichtigen Erscheinungen zusammen, die man gewöhnlich in zwei ganz verschiedene Gruppen bringt. Man unterscheidet in der Regel erstens solche Veränderungen der Organismen, welche unmittelbar durch den anhaltenden Einfluß äußerer Bedingungen (durch die dauernde Einwirkung der Nahrung, des Klimas, der Umgebung u. s. w.) erzeugt werden, und zweitens solche Veränderungen, welche mittelbar durch Gewohnheit und Uebung, durch Angewöhnung an bestimmte Lebensbedingungen, durch Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe entstehen. Diese letzteren Einflüsse sind insbesondere von Lamarck als wichtige Ursachen der Umbildung der organischen Formen hervorgehoben, während man die ersteren schon sehr lange in weiteren Kreisen als solche anerkannt hat.

Die scharfe Unterscheidung, welche man zwischen diesen beiden Gruppen der gehäuften oder cumulativen Anpassung gewöhnlich macht, und welche auch Darwin noch sehr hervorhebt, verschwindet, sobald man eingehender und tiefer über das eigentliche Wesen und den ursächlichen Grund der beiden scheinbar sehr verschiedenen Anpassungsreihen nachdenkt. Man gelangt dann zu der Ueberzeugung, daß man es in beiden Fällen immer mit zwei verschieden wirkenden Ursachen zu thun hat, nämlich einerseits mit der äußeren Einwirkung

oder Action der anpassend wirkenden Lebensbedingung, und andrerseits mit der inneren Gegenwirkung oder Reaction des Organismus, welcher sich jener Lebensbedingung unterwirft und anpaßt. Wenn man die gehäufte Anpassung in ersterer Hinsicht für sich betrachtet, indem man die umbildenden Wirkungen der andauernden äußeren Existenzbedingungen auf diese letzteren allein bezieht, so legt man einseitig das Hauptgewicht auf die äußere Einwirkung, und man vernachlässigt die nothwendig eintretende innere Gegenwirkung des Organismus. Wenn man umgekehrt die gehäufte Anpassung einseitig in der zweiten Richtung verfolgt, indem man die umbildende Selbstthätigkeit des Organismus, seine Gegenwirkung gegen den äußeren Einfluß, seine Veränderung durch Uebung, Gewohnheit, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe hervorhebt, so vergißt man, daß diese Gegenwirkung oder Reaction erst durch die Einwirkung der äußeren Existenzbedingung hervorgerufen wird. Es ist also nur ein Unterschied der Betrachtungsweise, auf welchem die Unterscheidung jener beiden verschiedenen Gruppen beruht, und ich glaube, daß man sie mit vollem Rechte zusammenfassen kann. Das Wesentlichste bei diesen gehäuften Anpassungserscheinungen ist immer, daß die Veränderung des Organismus, welche zunächst in seiner Function und weiterhin in seiner Formbildung sich äußert, entweder durch lange andauernde oder durch oft wiederholte Einwirkungen einer äußeren Ursache veranlaßt wird. Die kleinste Ursache kann durch Häufung oder Cumulation ihrer Wirkung die größten Erfolge erzielen.

Die Beispiele für diese Art der directen Anpassung sind unendlich zahlreich. Wo Sie nur hineingreifen in das Leben der Thiere und Pflanzen, finden Sie überall einleuchtende und überzeugende Veränderungen dieser Art vor Augen. Wir wollen hier zunächst einige durch die Nahrung selbst unmittelbar bedingte Anpassungserscheinungen hervorheben. Jeder von Ihnen weiß, daß man die Hausthiere, die man für gewisse Zwecke züchtet, verschieden umbilden kann durch die verschiedene Quantität und Qualität der Nahrung, welche man ihnen darreicht. Wenn der Landwirth bei der Schafzucht seine Wolle

erzeugen will, ſo giebt er den Schafen anderes Futter, als wenn er gutes Fleiſch oder reichliches Fett erzielen will. Die auserleſenen Rennpferde und Luxuspferde erhalten beſſeres Futter, als die ſchweren Laſtpferde und Karrengaule. Die Körperform des Menſchen ſelbſt, der Grad der Fettablagerung z. B., iſt ganz verſchieden nach der Nahrung. Bei ſtickſtoffreicher Koſt wird wenig, bei ſtickſtoffarmer Koſt viel Fett abgelagert. Leute, die mit Hülfe der neuerdings beliebten Banting-Kur mager werden wollen, eſſen nur Fleiſch und Eier, kein Brod, keine Kartoffeln. Welche bedeutenden Veränderungen man an Culturpflanzen, lediglich durch veränderte Quantität und Qualität der Nahrung hervorbringen kann, iſt allbekannt. Dieſelbe Pflanze erhält ein ganz anderes Ausſehen, wenn man ſie an einem trockenen, warmen Ort dem Sonnenlicht ausgeſetzt hält, oder wenn man ſie an einer kühlen, feuchten Stelle im Schatten hält. Viele Pflanzen bekommen, wenn man ſie an den Meeresſtrand verſetzt, nach einiger Zeit dicke, fleiſchige Blätter; und dieſelben Pflanzen, an ausnehmend trockene und heiße Standorte verſetzt, bekommen dünne, behaarte Blätter. Alle dieſe Formveränderungen entſtehen unmittelbar durch den gehäuften Einfluß der veränderten Nahrung.

Aber nicht nur die Quantität und Qualität der Nahrungsmittel wirkt mächtig verändernd und umbildend auf den Organismus ein, ſondern auch alle anderen äußeren Exiſtenzbedingungen, vor Allen die nächſte organiſche Umgebung, die Geſellſchaft von freundlichen oder feindlichen Organismen. Ein und derſelbe Baum entwickelt ſich ganz anders an einem offenen Standort, wo er von allen Seiten frei ſteht, als im Walde, wo er ſich den Umgebungen anpaſſen muß, wo er ringsum von den nächſten Nachbarn gedrängt und zum Emporſchießen gezwungen wird. Im erſten Fall wird die Krone weit ausgebreitet, im letzten dehnt ſich der Stamm in die Höhe und die Krone bleibt klein und gedrungen. Wie mächtig alle dieſe Umſtände, wie mächtig der feindliche oder freundliche Einfluß der umgebenden Organismen, der Paraſiten u. ſ. w. auf jedes Thier und jede Pflanze einwirken, iſt ſo bekannt, daß eine Anführung weiterer Beiſpiele

überflüſſig erſcheint. Die Veränderung der Form, die Umbildung, welche dadurch bewirkt wird, iſt niemals bloß die unmittelbare Folge des äußeren Einfluſſes, ſondern muß immer zurückgeführt werden auf die entſprechende Gegenwirkung, auf die Selbſtthätigkeit des Organismus, die man als Angewöhnung, Uebung, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe bezeichnet. Daß man dieſe letzteren Erſcheinungen in der Regel getrennt von der erſteren betrachtet, liegt erſtens an der ſchon hervorgehobenen einſeitigen Betrachtungsweiſe, und dann zweitens daran, daß man ſich eine ganz falſche Vorſtellung von dem Weſen und dem Einfluß der Willensthätigkeit bei den Thieren gebildet hatte.

Die Thätigkeit des Willens, welche der Angewöhnung, der Uebung, dem Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe bei den Thieren zu Grunde liegt, iſt gleich jeder anderen Thätigkeit der thieriſchen Seele durch materielle Vorgänge im Centralnervenſyſtem bedingt, durch eigenthümliche Bewegungen, welche von der eiweißartigen Materie der Ganglienzellen und der mit ihnen verbundenen Nervenfaſern ausgehen. Der Wille der höheren Thiere iſt in dieſer Beziehung, ebenſo wie die übrigen Geiſtesthätigkeiten, von demjenigen des Menſchen nur quantitativ (nicht qualitativ) verſchieden. Der Wille des Thieres, wie des Menſchen iſt niemals frei. Das weitverbreitete Dogma von der Freiheit des Willens iſt naturwiſſenſchaftlich durchaus nicht haltbar. Jeder Phyſiologe, der die Erſcheinungen der Willensthätigkeit bei Menſchen und Thiere naturwiſſenſchaftlich unterſucht, kommt mit Nothwendigkeit zu der Ueberzeugung, daß der Wille eigentlich niemals frei, ſondern ſtets durch äußere oder innere Einflüſſe bedingt iſt. Dieſe Einflüſſe ſind größtentheils Vorſtellungen, die entweder durch Anpaſſung oder durch Vererbung erworben, und auf eine von dieſen beiden phyſiologiſchen Functionen zurückführbar ſind. Sobald man ſeine eigene Willensthätigkeit ſtreng unterſucht, ohne das herkömmliche Vorurtheil von der Freiheit des Willens, ſo wird man gewahr, daß jene ſcheinbar freie Willenshandlung durch vorhergehende Vorſtellungen bewirkt wird, die entweder in ererb-

ten oder in anderweitig erworbenen Vorſtellungen wurzeln, und in letzter Linie alſo wiederum durch Anpaſſungs- oder Vererbungsgeſetze bedingt ſind. Daſſelbe gilt von der Willensthätigkeit aller Thiere. Sobald man dieſe eingehend im Zuſammenhang mit ihrer Lebensweiſe betrachtet, und in ihrer Beziehung zu den Veränderungen, welche die Lebensweiſe durch die äußeren Bedingungen erfährt, ſo überzeugt man ſich alsbald, daß eine andere Auffaſſung nicht möglich iſt. Daher müſſen auch die Veränderungen der Willensbewegung, welche aus veränderter Ernährung folgen, und welche als Uebung, Gewohnheit u. ſ. w. umbildend wirken, unter jene materiellen Vorgänge der gehäuften Anpaſſung gerechnet werden.

Indem ſich der thieriſche Wille den veränderten Exiſtenzbedingungen durch anbauernde Gewöhnung, Uebung u. ſ. w. anpaßt, vermag er die bedeutendſten Umbildungen der organiſchen Formen zu bewirken. Mannichfaltige Beiſpiele hierfür ſind überall im Thierleben zu finden. So verkümmern z. B. bei den Hausthieren manche Organe, indem ſie in Folge der veränderten Lebensweiſe außer Thätigkeit treten. Die Enten und Hühner, welche im wilden Zuſtande ausgezeichnet fliegen, verlernen dieſe Bewegung mehr oder weniger im Culturzuſtande. Sie gewöhnen ſich daran, mehr ihre Beine, als ihre Flügel zu gebrauchen, und in Folge davon werden die dabei gebrauchten Theile der Muskulatur und des Skelets in ihrer Ausbildung und Form weſentlich verändert. Für die verſchiedenen Raſſen der Hausente, welche alle von der wilden Ente (Anas boschas) abſtammen, hat dies Darwin durch eine ſehr ſorgfältige vergleichende Meſſung und Wägung der betreffenden Skelettheile nachgewieſen. Die Knochen des Flügels ſind bei der Hausente ſchwächer, die Knochen des Beines dagegen umgekehrt ſtärker entwickelt, als bei der wilden Ente. Bei den Straußen und anderen Laufvögeln, welche ſich das Fliegen gänzlich abgewöhnt haben, iſt in Folge deſſen der Flügel ganz verkümmert, zu einem völlig „rudimentären Organ“ herabgeſunken (S. 10). Bei vielen Hausthieren, insbeſondere bei vielen Raſſen von Hunden und Kaninchen, bemerken Sie ferner, daß dieſelben durch den

Culturzuſtand herabhängende Ohren bekommen haben. Dies iſt einfach eine Folge des verminderten Gebrauchs der Ohrmuskeln. Im wilden Zuſtande müſſen dieſe Thiere ihre Ohren gehörig anſtrengen, um einen nahenden Feind zu bemerken, und es hat ſich dadurch ein ſtarker Muskelapparat entwickelt, welcher die äußeren Ohren in aufrechter Stellung erhält, und nach allen Richtungen dreht. Im Culturzuſtande haben dieſelben Thiere nicht mehr nöthig, ſo aufmerkſam zu lauſchen; ſie ſpitzen und drehen die Ohren nur wenig; die Ohrmuskeln kommen außer Gebrauch, verkümmern allmählich, und die Ohren ſinken nun ſchlaff herab oder werden rudimentär.

Wie in dieſen Fällen die Function und dadurch auch die Form des Organs durch Nichtgebrauch rückgebildet wird, ſo wird dieſelbe andrerſeits durch ſtärkeren Gebrauch mehr entwickelt. Dies tritt uns beſonders deutlich entgegen, wenn wir das Gehirn und die dadurch bewirkten Seelenthätigkeiten bei den wilden Thieren und den Hausthieren, welche von ihnen abſtammen, vergleichen. Insbeſondere der Hund und das Pferd, welche in ſo erſtaunlichem Maße durch die Cultur veredelt ſind, zeigen im Vergleiche mit ihren wilden Stammverwandten einen außerordentlichen Grad von Ausbildung der Geiſtesthätigkeit, und offenbar iſt die damit zuſammenhängende Umbildung des Gehirns größtentheils durch die andauernde Uebung bedingt. Allbekannt iſt es ferner, wie ſchnell und mächtig die Muskeln durch anhaltende Uebung wachſen und ihre Form verändern. Vergleichen Sie z. B. Arme und Beine eines geübten Turners mit denjenigen eines unbeweglichen Stubenſitzers.

Wie mächtig äußere Einflüſſe die Gewohnheiten der Thiere, ihre Lebensweiſe beeinfluſſen und dadurch weiterhin auch ihre Form umbilden, zeigen ſehr auffallend manche Beiſpiele von Amphibien und Reptilien. Unſere häufigſte einheimiſche Schlange, die Ringelnatter, legt Eier, welche zu ihrer Entwickelung noch drei Wochen brauchen. Wenn man ſie aber in Gefangenſchaft hält und in den Käfig keinen Sand ſtreut, ſo legt ſie die Eier nicht ab, ſondern behält ſie bei ſich, ſo lange bis die Jungen entwickelt ſind. Der Unterſchied zwiſchen

lebendig gebärenden Thieren und ſolchen, die Eier legen, wird hier einfach durch die Veränderung des Bodens, auf welchem das Thier lebt, verwiſcht.

Außerordentlich intereſſant ſind in dieſer Beziehung auch die Waſſermolche oder Tritonen, welche man gezwungen hat, ihre urſprünglichen Kiemen beizubehalten. Die Tritonen, Amphibien, welche den Fröſchen nahe verwandt ſind, beſitzen gleich dieſen in ihrer Jugend äußere Athmungsorgane, Kiemen, mit welchen ſie, im Waſſer lebend, Waſſer athmen. Später tritt bei den Tritonen eine Metamorphoſe ein, wie bei den Fröſchen. Sie gehen auf das Land, verlieren die Kiemen und gewöhnen ſich an das Lungenathmen. Wenn man ſie nun daran verhindert, indem man ſie in einem geſchloſſenen Waſſerbecken hält, ſo verlieren ſie die Kiemen nicht. Dieſe bleiben vielmehr beſtehen, und der Waſſermolch verharrt zeitlebens auf jener niederen Ausbildungsſtufe, welche ſeine tiefer ſtehenden Verwandten, die Kiemenmolche oder Sozobranchien niemals überſchreiten. Der Waſſermolch erreicht ſeine volle Größe, wird geſchlechtsreif und pflanzt ſich fort, ohne die Kiemen zu verlieren.

Großes Aufſehen erregte unter den Zoologen vor einigen Jahren der Axolotl (Siredon pisciformis), ein dem Triton nahe verwandter Kiemenmolch aus Mexico, welchen man ſchon ſeit langer Zeit kennt und in den letzten Jahren im Pariſer Pflanzengarten im Großen gezüchtet hat. Dieſes Thier hat auch äußere Kiemen, wie der Waſſermolch, behält aber dieſelben gleich allen anderen Sozobranchien zeitlebens bei. Für gewöhnlich bleibt dieſer Kiemenmolch mit ſeinen Waſſerathmungsorganen im Waſſer und pflanzt ſich hier auch fort. Nun krochen aber plötzlich im Pflanzengarten unter Hunderten dieſer Thiere eine geringe Anzahl aus dem Waſſer auf das Land, verloren ihre Kiemen und verwandelten ſich in eine kiemenloſe Molchform, welche von einer nordamerikaniſchen Tritonengattung (Amblystoma) nicht mehr zu unterſcheiden iſt und nur noch durch Lungen athmet. In dieſem letzten höchſt merkwürdigen Falle können wir unmittelbar den großen Sprung von einem waſſerathmenden zu einem luftath-

menden Thiere verfolgen, einen Sprung, der allerdings bei der individuellen Entwickelungsgeſchichte der Fröſche und Salamander in jedem Frühling beobachtet werden kann. Ebenſo aber, wie jeder einzelne Froſch und jeder einzelne Salamander aus dem urſprünglich kiemenathmenden Amphibium ſpäterhin in ein lungenathmendes ſich verwandelt, ſo iſt auch die ganze Gruppe der Fröſche und Salamander urſprünglich aus kiemenathmenden, dem Siredon verwandten Thieren entſtanden. Die Sozobranchien ſind noch bis auf den heutigen Tag auf jener niedrigen Stufe ſtehen geblieben. Die Ontogenie erläutert auch hier die Phylogenie, die Entwickelungsgeſchichte der Individuen diejenige der ganzen Gruppe (S. 10).

An die gehäufte oder cumulative Anpaſſung ſchließt ſich als eine dritte Erſcheinung der directen oder actuellen Anpaſſung das Geſetz der wechſelbezüglichen oder correlativen Anpaſſung an. Nach dieſem wichtigen Geſetze werden durch die actuelle Anpaſſung nicht nur diejenigen Theile des Organismus abgeändert, welche unmittelbar durch die äußere Einwirkung betroffen werden, ſondern auch andere, nicht unmittelbar davon berührte Theile. Dies iſt eine Folge des organiſchen Zuſammenhanges, und namentlich der einheitlichen Ernährungsverhältniſſe, welche zwiſchen allen Theilen jedes Organismus beſtehen. Wenn z. B. bei einer Pflanze durch Verſetzung an einen trockenen Standort die Behaarung der Blätter zunimmt, ſo wirkt dieſe Veränderung auf die Ernährung anderer Theile zurück und kann eine Verkürzung der Stengelglieder und ſomit eine gedrungenere Form der ganzen Pflanze zur Folge haben. Bei einigen Raſſen von Schweinen und Hunden, z. B. bei dem türkiſchen Hunde, welche durch Anpaſſung an ein wärmeres Klima ihre Behaarung mehr oder weniger verloren, wurde zugleich das Gebiß zurückgebildet. So zeigen auch die Walfiſche und die Edentaten (Schuppenthiere, Gürtelthiere ꝛc.), welche ſich durch ihre eigenthümliche Hautbedeckung am meiſten von den übrigen Säugethieren entfernt haben, die größten Abweichungen in der Bildung des Gebiſſes. Ferner bekommen ſolche Raſſen von Hausthieren (z. B. Rindern, Schweinen), bei denen

ſich die Beine verkürzen, in der Regel auch einen kurzen und gedrungenen Kopf. So zeichnen ſich u. a. die Taubenraſſen, welche die längſten Beine haben, zugleich auch durch die längſten Schnäbel aus. Dieſelbe Wechſelbeziehung zwiſchen der Länge der Beine und des Schnabels zeigt ſich ganz allgemein in der Ordnung der Stelzvögel (Grallatores), beim Storch, Kranich, der Schnepfe u. ſ. w. Die Wechſelbeziehungen, welche in dieſer Weiſe zwiſchen verſchiedenen Theilen des Organismus beſtehen, ſind äußerſt merkwürdig, und im Einzelnen ihrer Urſache nach uns unbekannt. Im Allgemeinen können wir natürlich ſagen: die Ernährungsveränderungen, die einen einzelnen Theil betreffen, müſſen nothwendig auf die übrigen Theile zurückwirken, weil die Ernährung eines jeden Organismus eine zuſammenhängende, centraliſirte Thätigkeit iſt. Allein warum nun gerade dieſer oder jener Theil in dieſer merkwürdigen Wechſelbeziehung zu einem andern ſteht, iſt uns in den meiſten Fällen ganz unbekannt. Wir kennen eine große Anzahl ſolcher Wechſelbeziehungen in der Bildung, namentlich bei den früher bereits erwähnten Abänderungen der Thiere und Pflanzen, die ſich durch Pigmentmangel auszeichnen, den Albinos oder Kakerlaken. Der Mangel des gewöhnlichen Farbeſtoffs bedingt hier gewiſſe Veränderungen in der Bildung anderer Theile, z. B. des Muskelſyſtems, des Knochenſyſtems, alſo organiſcher Syſteme, die zunächſt gar nicht mit dem Syſteme der äußeren Haut zuſammenhängen. Sehr häufig ſind dieſe ſchwächer entwickelt und daher der ganze Körperbau zarter und ſchwächer, als bei den gefärbten Thieren derſelben Art. Ebenſo werden auch die Sinnesorgane und das Nervenſyſtem durch dieſen Pigmentmangel eigenthümlich afficirt. Weiße Katzen mit blauen Augen ſind faſt immer taub. Die Schimmel zeichnen ſich vor den gefärbten Pferden durch die beſondere Neigung zur Bildung ſarcomatöſer Geſchwülſte aus. Auch beim Menſchen iſt der Grad der Pigmententwickelung in der äußeren Haut vom größten Einfluſſe auf die Empfänglichkeit des Organismus für gewiſſe Krankheiten, ſo daß z. B. Europäer mit dunkler Hautfarbe, ſchwarzen Haaren und braunen Augen ſich leichter in den Tropen-

gegenden acclimatiſiren und viel weniger den dort herrſchenden Krankheiten (Leberentzündungen, gelbem Fieber u. ſ. w.) unterworfen ſind, als Europäer mit heller Hautfarbe, blondem Haar und blauen Augen. (Vergl. oben S. 134.)

Vorzugsweiſe merkwürdig ſind unter dieſen Wechſelbeziehungen der Bildung verſchiedener Organe diejenigen, welche zwiſchen den Geſchlechtsorganen und den übrigen Theilen des Körpers beſtehen. Keine Veränderung eines Theiles wirkt ſo mächtig zurück auf die übrigen Körpertheile, als eine beſtimmte Behandlung der Geſchlechtsorgane. Die Landwirthe, welche bei Schweinen, Schafen u. ſ. w. reichliche Fettbildung erzielen wollen, entfernen die Geſchlechtsorgane durch Herausſchneiden (Caſtration), und zwar geſchieht dies bei Thieren beiderlei Geſchlechts. In Folge davon tritt übermäßige Fettentwickelung ein. Daſſelbe thut auch Seine Heiligkeit, der „unfehlbare" Papſt, bei den Caſtraten, welche in der Peterskirche zu Ehren Gottes ſingen müſſen. Dieſe Unglücklichen werden in früher Jugend caſtrirt, damit ſie ihre hohen Knabenſtimmen beibehalten. In Folge dieſer Verſtümmelung der Genitalien bleibt der Kehlkopf auf der jugendlichen Entwickelungsſtufe ſtehen. Zugleich bleibt die Muskulatur des ganzen Körpers ſchwach entwickelt, während ſich unter der Haut reichliche Fettmengen anſammeln. Aber auch auf die Ausbildung des Centralnervenſyſtems, der Willensenergie u. ſ. w. wirkt jene Verſtümmelung mächtig zurück, und es iſt bekannt, daß die menſchlichen Caſtraten oder Eunuchen ebenſo wie die caſtrirten männlichen Hausthiere des beſtimmten pſychiſchen Charakters, welcher das männliche Geſchlecht auszeichnet, gänzlich entbehren. Der Mann iſt eben Leib und Seele nach nur Mann durch ſeine männliche Generationsdrüſe.

Dieſe äußerſt wichtigen und einflußreichen Wechſelbeziehungen zwiſchen den Geſchlechtsorganen und den übrigen Körpertheilen, vor allem dem Gehirn, finden ſich in gleicher Weiſe bei beiden Geſchlechtern. Es läßt ſich dies ſchon von vornherein deshalb erwarten, weil bei den meiſten Thieren die beiderlei Organe aus gleicher Grundlage ſich entwickeln. Beim Menſchen, wie bei allen übrigen Wirbelthie-

ren, ſind in der urſprünglichen Anlage des Keimes die männlichen und weiblichen Organe neben einander vorhanden. Jedes Individuum iſt urſprünglich ein Zwitter oder Hermaphrodit (S. 176), wie es die den Wirbelthieren nächſtverwandten Ascidien noch heute zeitlebens ſind. Erſt allmählich entſtehen im Laufe der embryonalen Entwickelung (beim Menſchen in der neunten Woche ſeines Embryolebens) die Unterſchiede der beiden Geſchlechter, indem beim Weibe allein der Eierſtock, beim Manne allein der Teſtikel zur Entwickelung gelangt, hingegen die andere Geſchlechtsdrüſe verkümmert. Jede Veränderung des weiblichen Eierſtocks äußert eine nicht minder bedeutende Rückwirkung auf den geſammten weiblichen Organismus, wie jede Veränderung des Teſtikels auf den männlichen Organismus. Die Wichtigkeit dieſer Wechſelbeziehung hat Virchow in ſeinem vortrefflichen Aufſatz „das Weib und die Zelle“ mit folgenden Worten ausgeſprochen: „Das Weib iſt eben Weib nur durch ſeine Generationsdrüſe; alle Eigenthümlichkeiten ſeines Körpers und Geiſtes oder ſeiner Ernährung und Nerventhätigkeit: die ſüße Zartheit und Rundung der Glieder bei der eigenthümlichen Ausbildung des Beckens, die Entwickelung der Brüſte bei dem Stehenbleiben der Stimmorgane, jener ſchöne Schmuck des Kopfhaares bei dem kaum merklichen, weichen Flaum der übrigen Haut, und dann wiederum dieſe Tiefe des Gefühls, dieſe Wahrheit der unmittelbaren Anſchauung, dieſe Sanftmuth, Hingebung und Treue — kurz, Alles, was wir an dem wahren Weibe Weibliches bewundern und verehren, iſt nur eine Dependenz des Eierſtocks. Man nehme den Eierſtock hinweg, und das Mannweib in ſeiner häßlichſten Halbheit ſteht vor uns.“

Dieſelbe innige Correlation oder Wechſelbeziehung zwiſchen den Geſchlechtsorganen und den übrigen Körpertheilen findet ſich auch bei den Pflanzen eben ſo allgemein wie bei den Thieren vor. Wenn man bei einer Gartenpflanze reichlichere Früchte zu erzielen wünſcht, beſchränkt man den Blätterwuchs durch Abſchneiden eines Theils der Blätter. Wünſcht man umgekehrt eine Zierpflanze mit einer Fülle von großen und ſchönen Blättern zu erhalten, ſo verhindert man die

Blüthen- und Fruchtbildung durch Abſchneiden der Blüthenknospen. In beiden Fällen entwickelt ſich das eine Organſyſtem auf Koſten des anderen. So ziehen auch die meiſten Abänderungen der vegetativen Blattbildung bei den wilden Pflanzen eine entſprechende Umbildung in den generativen Blüthentheilen nach ſich. Die hohe Bedeutung dieſer „Compenſation der Entwickelung", dieſer „Correlation der Theile" iſt bereits von Goethe, von Geoffroy S. Hilaire und von anderen Naturphiloſophen hervorgehoben worden. Sie beruht weſentlich darauf, daß die directe oder actuelle Anpaſſung keinen einzigen Körpertheil weſentlich verändern kann, ohne zugleich auf den ganzen Organismus einzuwirken.

Die correlative Anpaſſung der Fortpflanzungsorgane und der übrigen Körpertheile verdient deshalb eine ganz beſondere Berückſichtigung, weil ſie vor Allem geeignet iſt, ein erklärendes Licht auf die vorher betrachteten dunkeln und räthſelhaften Erſcheinungen der indirecten oder potentiellen Anpaſſung zu werfen. Denn ebenſo wie jede Veränderung der Geſchlechtsorgane mächtig auf den übrigen Körper zurückwirkt, ſo muß natürlich umgekehrt auch jede eingreifende Veränderung eines anderen Körpertheils mehr oder weniger auf die Generationsorgane zurückwirken. Dieſe Rückwirkung wird ſich aber erſt in der Bildung der Nachkommenſchaft, welche aus den veränderten Generationstheilen entſteht, wahrnehmbar äußern. Gerade jene merkwürdigen, aber unmerklichen und an ſich ungeheuer geringfügigen Veränderungen des Genitalſyſtems, der Eier und des Sperma, welche durch ſolche Wechſelbeziehungen hervorgebracht werden, ſind vom größten Einfluſſe auf die Bildung der Nachkommenſchaft, und alle vorher erwähnten Erſcheinungen der indirecten oder potentiellen Anpaſſung können ſchließlich auf die wechſelbezügliche Anpaſſung zurückgeführt werden.

Eine weitere Reihe von ausgezeichneten Beiſpielen der correlativen Anpaſſung liefern die verſchiedenen Thiere und Pflanzen, welche durch das Schmarotzerleben oder den Paraſitismus rückgebildet ſind. Keine andere Veränderung der Lebensweiſe wirkt ſo bedeutend auf die

Formbildung der Organismen ein, wie die Angewöhnung an das Schmarotzerleben. Pflanzen verlieren dadurch ihre grünen Blätter, wie z. B. unſere einheimiſchen Schmarotzerpflanzen: Orobanche, Lathraea, Monotropa. Thiere, welche urſprünglich ſelbſtſtändig und frei gelebt haben, dann aber eine paraſitiſche Lebensweiſe auf andern Thieren oder auf Pflanzen annehmen, geben zunächſt die Thätigkeit ihrer Bewegungsorgane und ihrer Sinnesorgane auf. Der Verluſt der Thätigkeit zieht aber den Verluſt der Organe, durch welche ſie bewirkt wurde, nach ſich, und ſo finden wir z. B. viele Krebsthiere oder Cruſtaceen, die in der Jugend einen ziemlich hohen Organiſationsgrad, Beine, Fühlhörner und Augen beſaßen, im Alter als Paraſiten vollkommen degenerirt wieder, ohne Augen, ohne Bewegungswerkzeuge und ohne Fühlhörner. Aus der munteren, beweglichen Jugendform iſt ein unförmlicher, unbeweglicher Klumpen geworden. Nur die nöthigſten Ernährungs- und Fortpflanzungsorgane ſind noch in Thätigkeit. Der ganze übrige Körper iſt rückgebildet. Offenbar ſind dieſe tiefgreifenden Umbildungen großentheils directe Folgen der gehäuften oder cumulativen Anpaſſung, des Nichtgebrauchs und der mangelnden Uebung der Organe; aber zum anderen Theile kommen dieſelben ſicher auch auf Rechnung der wechſelbezüglichen oder correlativen Anpaſſung. (Vergl. Taf. X und XI.)

Ein ſiebentes Anpaſſungsgeſetz, das vierte in der Gruppe der directen Anpaſſungen, iſt das Geſetz der abweichenden oder divergenten Anpaſſung. Wir verſtehen darunter die Erſcheinung, daß urſprünglich gleichartig angelegte Theile ſich durch den Einfluß äußerer Bedingungen in verſchiedener Weiſe ausbilden. Dieſes Anpaſſungsgeſetz iſt ungemein wichtig für die Erklärung der Arbeitstheilung oder des Polymorphismus. An uns ſelbſt können wir es ſehr leicht erkennen, z. B. in der Thätigkeit unſerer beiden Hände. Die rechte Hand wird gewöhnlich von uns an ganz andere Arbeiten gewöhnt, als die linke; es entſteht in Folge der abweichenden Beſchäftigung auch eine verſchiedene Bildung der beiden Hände. Die rechte Hand, welche man gewöhnlich viel mehr braucht, als die linke,

Digitized by Google

zeigt ſtärker entwickelte Nerven, Muskeln und Knochen. Daſſelbe gilt auch vom ganzen Arm. Knochen und Fleiſch des rechten Arms ſind bei den meiſten Menſchen in Folge ſtärkeren Gebrauchs ſtärker und ſchwerer als die des linken Arms. Da nun aber der bevorzugte Gebrauch des rechten Arms bei der mittelländiſchen Menſchenart (S. 604) ſchon ſeit Jahrtauſenden eingebürgert und vererbt iſt, ſo iſt auch die ſtärkere Form und Größe des rechten Arms bereits erblich geworden. Der treffliche holländiſche Naturforſcher P. Harting hat durch Meſſung und Wägung an Neugeborenen gezeigt, daß auch bei dieſen bereits der rechte Arm den linken übertrifft.

Nach demſelben Geſetze der divergenten Anpaſſung ſind auch häufig die beiden Augen verſchieden entwickelt. Wenn man ſich z. B. als Naturforſcher gewöhnt, immer nur mit dem einen Auge (am beſten mit dem linken) zu mikroſkopiren, und mit dem andern nicht, ſo erlangt das eine Auge eine ganz andere Beſchaffenheit, als das andere, und dieſe Arbeitstheilung iſt von großem Vortheil. Das eine Auge wird kurzſichtiger, geeignet für das Sehen in die Nähe, das andere Auge weitſichtiger, ſchärfer für den Blick in die Ferne. Wenn man dagegen abwechſelnd mit beiden Augen mikroſkopirt, ſo erlangt man nicht auf dem einen Auge den Grad der Kurzſichtigkeit, auf dem andern den Grad der Weitſichtigkeit, welchen man durch zweckmäßige Vertheilung dieſer verſchiedenen Geſichtsfunctionen auf beide Augen erreicht. Zunächſt wird auch hier wieder durch die Gewohnheit die Function, die Thätigkeit der urſprünglich gleich gebildeten Organe ungleich, divergent; allein die Function wirkt wiederum auf die Form und die innere Structur des Organs zurück.

Unter den Pflanzen können wir die abweichende oder divergente Anpaſſung beſonders bei den Schlinggewächſen ſehr leicht wahrnehmen. Aeſte einer und derſelben Schlingpflanze, welche urſprünglich gleichartig angelegt ſind, erhalten eine ganz verſchiedene Form und Ausdehnung, einen ganz verſchiedenen Krümmungsgrad und Durchmeſſer der Spiralwindung, je nachdem ſie um einen dünneren oder dickeren Stab ſich herumwinden. Ebenſo iſt auch die abweichende

Veränderung der Formen ursprünglich gleich angelegter Theile, welche divergent nach verschiedenen Richtungen unter abweichenden äußeren Bedingungen sich entwickeln, in vielen anderen Fällen deutlich nachweisbar. Indem diese abweichende oder divergente Anpassung mit der fortschreitenden Vererbung in Wechselwirkung tritt, wird sie die Ursache der Arbeitstheilung der verschiedenen Organe.

Ein achtes und letztes Anpassungsgesetz können wir als das Gesetz der unbeschränkten oder unendlichen Anpassung bezeichnen. Wir wollen damit einfach ausdrücken, daß uns keine Grenze für die Veränderung der organischen Formen durch den Einfluß der äußeren Existenzbedingungen bekannt ist. Wir können von keinem einzigen Theil des Organismus behaupten, daß er nicht mehr veränderlich sei, daß, wenn man ihn unter neue äußere Bedingungen brächte, er durch diese nicht verändert werden würde. Noch niemals hat sich in der Erfahrung eine Grenze für die Abänderung nachweisen lassen. Wenn z. B. ein Organ durch Nichtgebrauch degenerirt, so geht diese Degeneration schließlich bis zum vollständigen Schwunde des Organs fort, wie es bei den Augen vieler Thiere der Fall ist. Andrerseits können wir durch fortwährende Uebung, Gewohnheit und immer gesteigerten Gebrauch eines Organs dasselbe in einem Maße vervollkommnen, wie wir es von vornherein für unmöglich gehalten haben würden. Wenn man die uncivilisirten Wilden mit den Culturvölkern vergleicht, so findet man bei jenen eine Ausbildung der Sinnesorgane, Gesicht, Geruch, Gehör, von der die Culturvölker keine Ahnung haben. Umgekehrt ist bei den höheren Culturvölkern das Gehirn, die Geistesthätigkeit in einem Grade entwickelt, von welchem die rohen Wilden keine Vorstellung besitzen.

Allerdings scheint für jeden Organismus eine Grenze der Anpassungsfähigkeit durch den Typus seines Stammes oder Phylum gegeben zu sein, d. h. durch die wesentlichen Grundeigenschaften dieses Stammes, welche von dem gemeinsamen Stammvater desselben ererbt sind und sich durch conservative Vererbung auf alle Descendenten desselben übertragen. So kann z. B. niemals ein Wirbel-

Digitized by Google

thier ſtatt des charakteriſtiſchen Rückenmarcks der Wirbelthiere das Bauchmark der Gliederthiere ſich erwerben. Allein innerhalb der erblichen Grundform, innerhalb dieſes unveräußerlichen Typus, iſt der Grad der Anpaſſungsfähigkeit unbeſchränkt. Die Biegſamkeit und Flüſſigkeit der organiſchen Form äußert ſich innerhalb deſſelben frei nach allen Richtungen hin, und in ganz unbeſchränktem Umfang. Es giebt aber einzelne Thiere, wie z. B. die durch Paraſitismus rückgebildeten Krebsthiere und Würmer, welche ſelbſt jene Grenze des Typus zu überſpringen ſcheinen, und durch erſtaunlich weit gehende Degeneration alle weſentlichen Charaktere ihres Stammes eingebüßt haben. Was die Anpaſſungsfähigkeit des Menſchen betrifft, ſo iſt dieſelbe, wie bei allen anderen Thieren, ebenfalls unbegrenzt, und da ſich dieſelbe beim Menſchen vor Allem in der Umbildung des Gehirns äußert, ſo läßt ſich durchaus keine Grenze der Erkenntniß ſetzen, welche der Menſch bei weiter fortſchreitender Geiſtesbildung nicht würde überſchreiten können. Auch der menſchliche Geiſt genießt alſo nach dem Geſetze der unbeſchränkten Anpaſſung eine unendliche Perſpective für ſeine Vervollkommnung in der Zukunft.

Dieſe Bemerkungen genügen wohl, um die Tragweite der Anpaſſungserſcheinungen hervorzuheben und ihnen das größte Gewicht zuzuſchreiben. Die Anpaſſungsgeſetze, die Thatſachen der Veränderung durch den Einfluß äußerer Bedingungen, ſind von ebenſo großer Bedeutung, wie die Vererbungsgeſetze. Alle Anpaſſungserſcheinungen laſſen ſich in letzter Linie zurückführen auf die Ernährungsverhältniſſe des Organismus, in gleicher Weiſe wie die Vererbungserſcheinungen in den Fortpflanzungsverhältniſſen begründet ſind; dieſe aber ſowohl als jene ſind weiter zurückzuführen auf chemiſche und phyſikaliſche Gründe, alſo auf mechaniſche Urſachen. Lediglich durch die Wechſelwirkung derſelben entſtehen nach Darwin's Selectionstheorie die neuen Formen der Organismen, die Umbildungen, welche die künſtliche Züchtung im Culturzuſtande, die natürliche Züchtung im Naturzuſtande hervorbringt.

Elfter Vortrag.

Die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Daſein. Arbeitstheilung und Fortſchritt.

Wechſelwirkung der beiden organiſchen Bildungstriebe, der Vererbung und Anpaſſung. Natürliche und künſtliche Züchtung. Kampf um's Daſein oder Wettkampf um die Lebensbedürfniſſe. Mißverhältniß zwiſchen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der Zahl der wirklichen (actuellen) Individuen. Verwickelte Wechſelbeziehungen aller benachbarten Organismen. Wirkungsweiſe der natürlichen Züchtung. Gleichfarbige Zuchtwahl als Urſache der ſympathiſchen Färbungen. Geſchlechtliche Zuchtwahl als Urſache der ſecundären Sexualcharaktere. Geſetz der Sonderung oder Arbeitstheilung (Polymorphismus, Differenzirung, Divergenz des Charakters). Uebergang der Varietäten in Species. Begriff der Species. Baſtardzeugung. Geſetz des Fortſchritts oder der Vervollkommnung (Progreſſus, Teleoſis).

Meine Herren! Um zu einem richtigen Verſtändniß des Darwinismus zu gelangen, iſt es vor Allem nothwendig, die beiden organiſchen Functionen genau in das Auge zu faſſen, die wir in den letzten Vorträgen betrachtet haben, die Vererbung und Anpaſſung. Wenn man nicht einerſeits die rein mechaniſche Natur dieſer beiden phyſiologiſchen Thätigkeiten und die mannichfaltige Wirkung ihrer verſchiedenen Geſetze in's Auge faßt, und wenn man nicht andrerſeits erwägt, wie verwickelt die Wechſelwirkung dieſer verſchiedenen Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze nothwendig ſein muß, ſo wird man nicht begreifen, daß dieſe beiden Functionen für ſich allein die ganze Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenformen ſollen erzeugen können; und doch iſt das in der That der Fall.

Wir ſind wenigſtens bis jetzt nicht im Stande geweſen, andere formbildende Urſachen aufzufinden, als dieſe beiden; und wenn wir die nothwendige und unendlich verwickelte Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung richtig verſtehen, ſo haben wir auch gar nicht mehr nöthig, noch nach anderen unbekannten Urſachen der Umbildung der organiſchen Geſtalten zu ſuchen. Jene beiden Grundurſachen erſcheinen uns dann völlig genügend.

Schon früher, lange bevor Darwin ſeine Selectionstheorie aufſtellte, nahmen einige Naturforſcher, insbeſondere Goethe, als Urſache der organiſchen Formenmannichfaltigkeit die Wechſelwirkung zweier verſchiedener Bildungstriebe an, eines conſervativen oder erhaltenden, und eines umbildenden oder fortſchreitenden Bildungstriebes. Erſteren nannte Goethe den centripetalen oder Specificationstrieb, letzteren den centrifugalen oder den Trieb der Metamorphoſe (S. 81). Dieſe beiden Triebe entſprechen vollſtändig den beiden Functionen der Vererbung und der Anpaſſung. Die Vererbung iſt der centripetale oder innere Bildungstrieb, welcher beſtrebt iſt, die organiſche Form in ihrer Art zu erhalten, die Nachkommen den Eltern gleich zu geſtalten, und Generationen hindurch immer Gleichartiges zu erzeugen. Die Anpaſſung dagegen, welche der Vererbung entgegenwirkt, iſt der centrifugale oder äußere Bildungstrieb, welcher beſtändig beſtrebt iſt, durch die veränderlichen Einflüſſe der Außenwelt die organiſchen Formen umzubilden, neue Formen aus den vorhandenen zu ſchaffen und die Conſtanz der Species, die Beſtändigkeit der Art, gänzlich aufzuheben. Je nachdem die Vererbung oder die Anpaſſung das Uebergewicht erhält, bleibt die Speciesform beſtändig oder ſie bildet ſich in eine neue Art um. Der in jedem Augenblick ſtattfindende Grad der Formbeſtändigkeit bei den verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten iſt einfach das nothwendige Reſultat des augenblicklichen Uebergewichts, welches die eine dieſer beiden Bildungskräfte (oder phyſiologiſchen Functionen) über die andere erlangt hat.

Wenn wir nun zurückkehren zu der Betrachtung des Züchtungsvorganges, der Ausleſe oder Selection, die wir bereits im ſiebenten Vortrag in ihren Grundzügen unterſuchten, ſo werden wir jetzt um ſo klarer und beſtimmter erkennen, daß ſowohl die künſtliche als die natürliche Züchtung einzig und allein auf der Wechſelwirkung dieſer beiden formbildenden Kräfte oder Functionen beruhen. Wenn Sie die Thätigkeit des künſtlichen Züchters, des Landwirths oder Gärtners, ſcharf in's Auge faſſen, ſo erkennen Sie, daß nur jene beiden Bildungskräfte von ihm zur Hervorbringung neuer Formen benutzt werden. Die ganze Kunſt der künſtlichen Zuchtwahl beruht eben nur auf einer denkenden und vernünftigen Anwendung der Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze, auf einer kunſtvollen und planmäßigen Benutzung und Regulirung derſelben. Dabei iſt der vervollkommnete menſchliche Wille die ausleſende, züchtende Kraft.

Ganz ähnlich verhält ſich die natürliche Züchtung. Auch dieſe benutzt bloß jene beiden organiſchen Bildungskräfte, jene phyſiologiſchen Grundeigenſchaften der Anpaſſung und Vererbung, um die verſchiedenen Arten oder Species hervorzubringen. Dasjenige züchtende Prinzip aber, diejenige ausleſende Kraft, welche bei der künſtlichen Züchtung durch den planmäßig wirkenden und bewußten Willen des Menſchen vertreten wird, iſt bei der natürlichen Züchtung der planlos wirkende und unbewußte Kampf um's Daſein. Was wir unter „Kampf um's Daſein" verſtehen, haben wir im ſiebenten Vortrage bereits auseinandergeſetzt. Gerade die Erkenntniß dieſes äußerſt wichtigen Verhältniſſes iſt eines der größten Verdienſte Darwin's. Da aber dieſes Verhältniß ſehr häufig unvollkommen oder falſch verſtanden wird, iſt es nothwendig, daſſelbe jetzt noch näher in's Auge zu faſſen, und an einigen Beiſpielen die Wirkſamkeit des Kampfes um's Daſein, die Thätigkeit der natürlichen Züchtung durch den Kampf um's Daſein zu erläutern.

Wir gingen bei der Betrachtung des Kampfes um's Daſein von der Thatſache aus, daß die Zahl der Keime, welche alle Thiere und Pflanzen erzeugen, unendlich viel größer iſt, als die Zahl der Indivi-

duen, welche wirklich in das Leben treten und ſich längere oder kürzere Zeit am Leben erhalten können. Die meiſten Organismen erzeugen während ihres Lebens Tauſende oder Millionen von Keimen, aus deren jedem ſich unter günſtigen Umſtänden ein neues Individuum entwickeln könnte. Bei den meiſten Thieren und Pflanzen ſind dieſe Keime Eier, d. h. Zellen, welche zu ihrer weiteren Entwickelung der geſchlechtlichen Befruchtung bedürfen. Dagegen bei den Protiſten, niederſten Organismen, welche weder Thiere noch Pflanzen ſind, und welche ſich bloß ungeſchlechtlich fortpflanzen, bedürfen die Keimzellen oder Sporen keiner Befruchtung. In allen Fällen ſteht die Zahl ſowohl dieſer ungeſchlechtlichen als jener geſchlechtlichen Keime in gar keinem Verhältniß zur Zahl der wirklich lebenden Individuen.

Im Großen und Ganzen genommen bleibt die Zahl der lebenden Thiere und Pflanzen auf unſerer Erde durchſchnittlich faſt dieſelbe. Die Zahl der Stellen im Naturhaushalt iſt beſchränkt, und an den meiſten Punkten der Erdoberfläche ſind dieſe Stellen immer annähernd beſetzt. Gewiß finden überall in jedem Jahre Schwankungen in der abſoluten und in der relativen Individuenzahl aller Arten ſtatt. Allein im Großen und Ganzen genommen werden dieſe Schwankungen nur geringe Bedeutung haben gegenüber der Thatſache, daß die Geſammtzahl aller Individuen durchſchnittlich beinahe conſtant bleibt. Der Wechſel, der überall ſtattfindet, beſteht darin, daß in einem Jahre dieſe und im anderen Jahre jene Reihe von Thieren und Pflanzen überwiegt, und daß in jedem Jahre der Kampf um's Daſein dieſes Verhältniß wieder etwas anders geſtaltet.

Jede einzelne Art von Thieren und Pflanzen würde in kurzer Zeit die ganze Erdoberfläche dicht bevölkert haben, wenn ſie nicht mit einer Menge von Feinden und feindlichen Einflüſſen zu kämpfen hätte. Schon Linné berechnete, daß, wenn eine einjährige Pflanze nur zwei Samen hervorbrächte (und es giebt keine, die ſo wenig erzeugt), ſie in 20 Jahren ſchon eine Million Individuen geliefert haben würde. Darwin berechnete vom Elephanten, der ſich am langſamſten von allen Thieren zu vermehren ſcheint, daß in 500 Jahren die Nachkom-

menſchaft eines einzigen Paares bereits 15 Millionen Individuen betragen würde, vorausgeſetzt, das jeder Elephant während der Zeit ſeiner Fruchtbarkeit (vom 30. bis 90. Jahre) nur 3 Paar Junge erzeugte. Ebenſo würde die Zahl der Menſchen, wenn man die mittlere Fortpflanzungszahl zu Grunde legt, und wenn keine Hinderniſſe der natürlichen Vermehrung im Wege ſtünden, bereits in 25 Jahren ſich verdoppelt haben. In jedem Jahrhundert würde die Geſammtzahl der menſchlichen Bevölkerung um das ſechszehnfache geſtiegen ſein. Nun wiſſen Sie aber, daß die Geſammtzahl der Menſchen nur ſehr langſam wächſt, und daß die Zunahme der Bevölkerung in verſchiedenen Gegenden ſehr verſchieden iſt. Während europäiſche Stämme ſich über den ganzen Erdball ausbreiten, gehen andere Stämme, ja ſogar ganze Arten oder Species des Menſchengeſchlechts mit jedem Jahre mehr ihrem völligen Ausſterben entgegen. Dies gilt namentlich von den Rothhäuten Amerikas und ebenſo von den ſchwarzbraunen Eingeborenen Auſtraliens. Selbſt wenn dieſe Völker ſich reichlicher fortpflanzten, als die weiße Menſchenart Europas, würden ſie dennoch früher oder ſpäter der letzteren im Kampfe um's Daſein erliegen. Von allen menſchlichen Individuen aber, ebenſo wie von allen übrigen Organismen, geht bei weitem die überwiegende Mehrzahl in der früheſten Lebenszeit zu Grunde. Von der ungeheuren Maſſe von Keimen, die jede Art erzeugt, gelangen nur ſehr wenige wirklich zur Entwickelung, und von dieſen wenigen iſt es wieder nur ein ganz kleiner Bruchtheil, welcher das Alter erreicht, in dem er ſich fortpflanzen kann. (Vergl. S. 145.)

Aus dieſem Mißverhältniß zwiſchen der ungeheuren Ueberzahl der organiſchen Keime und der geringen Anzahl von auserwählten Individuen, die wirklich neben und mit einander fortbeſtehen können, folgt mit Nothwendigkeit jener allgemeine Kampf um's Daſein, jenes beſtändige Ringen um die Exiſtenz, jener unaufhörliche Wettkampf um die Lebensbedürfniſſe, von welchem ich Ihnen bereits im ſiebenten Vortrage ein Bild entwarf. Jener Kampf um's Daſein iſt es, welcher die natürliche Zuchtwahl ausübt, welcher die Wechſelwir-

kung der Vererbungs- und Anpaſſungserſcheinungen züchtend benutzt und dadurch an einer beſtändigen Umbildung aller organiſchen Formen arbeitet. Immer werden in jenem Kampf um die Erlangung der nothwendigen Exiſtenzbedingungen diejenigen Individuen ihre Nebenbuhler beſiegen, welche irgend eine individuelle Begünſtigung, eine vortheilhafte Eigenſchaft beſitzen, die ihren Mitbewerbern fehlt. Freilich können wir nur in den wenigſten Fällen, nur bei näher bekannten Thieren und Pflanzen, uns eine ungefähre Vorſtellung von der unendlich complicirten Wechſelwirkung der zahlreichen Verhältniſſe machen, welche alle hierbei in Frage kommen. Denken Sie nur daran, wie unendlich mannichfaltig und verwickelt die Beziehungen jedes einzelnen Menſchen zu den übrigen und überhaupt zu der ihn umgebenden Außenwelt ſind. Aehnliche Beziehungen walten aber auch zwiſchen allen Thieren und Pflanzen, die an einem Orte mit einander leben. Alle wirken gegenſeitig, activ oder paſſiv, auf einander ein. Jedes Thier kämpft, wie jede Pflanze, direct mit einer Anzahl von Feinden, insbeſondere mit Raubthieren und Paraſiten. Die zuſammenſtehenden Pflanzen kämpfen mit einander um den Bodenraum, den ihre Wurzeln bedürfen, um die nothwendige Menge von Licht, Luft, Feuchtigkeit u. ſ. w. Ebenſo ringen die Thiere eines jeden Bezirks mit einander um ihre Nahrung, Wohnung u. ſ. w. Es wird in dieſem äußerſt lebhaften und verwickelten Kampf jeder noch ſo kleine perſönliche Vorzug, jeder individuelle Vortheil möglicherweiſe den Ausſchlag zu Gunſten ſeines Beſitzers geben können. Dieſes bevorzugte einzelne Individuum bleibt im Kampfe Sieger und pflanzt ſich fort, während ſeine Mitbewerber zu Grunde gehen, ehe ſie zur Fortpflanzung gelangen. Der perſönliche Vorzug, welcher ihm den Sieg verlieh, wird auf ſeine Nachkommen vererbt, und kann durch weitere Befeſtigung und Vervollkommnung die Urſache zur Bildung einer neuen Art werden.

Die unendlich verwickelten Wechſelbeziehungen, welche zwiſchen den Organismen eines jeden Bezirks beſtehen, und welche als die eigentlichen Bedingungen des Kampfes um's Daſein angeſehen wer-

den müſſen, ſind uns größtentheils unbekannt und meiſtens auch ſehr ſchwierig zu erforſchen. Nur in einzelnen Fällen haben wir dieſelben bisher bis zu einem gewiſſen Grade verfolgen können, ſo z. B. in dem von Darwin angeführten Beiſpiel von den Beziehungen der Katzen zum rothen Klee in England. Die rothe Kleeart (Trifolium pratense), welche in England eines der vorzüglichſten Futterkräuter für das Rindvieh bildet, bedarf, um zur Samenbildung zu gelangen, des Beſuchs der Hummeln. Indem dieſe Inſecten den Honig aus dem Grunde der Kleeblüthe ſaugen, bringen ſie den Blüthenſtaub mit der Narbe in Berührung und vermitteln ſo die Befruchtung der Blüthe, welche ohne ſie niemals erfolgt. Darwin hat durch Verſuche gezeigt, daß rother Klee, den man von dem Beſuche der Hummeln abſperrt, keinen einzigen Samen liefert. Die Zahl der Hummeln iſt bedingt durch die Zahl ihrer Feinde, unter denen die Feldmäuſe die verderblichſten ſind. Je mehr die Feldmäuſe überhand nehmen, deſto weniger wird der Klee befruchtet. Die Zahl der Feldmäuſe iſt wiederum von der Zahl ihrer Feinde abhängig, zu denen namentlich die Katzen gehören. Daher giebt es in der Nähe der Dörfer und Städte, wo viel Katzen gehalten werden, beſonders viel Hummeln. Eine große Zahl von Katzen iſt alſo offenbar von großem Vortheil für die Befruchtung des Klees. Man kann nun, wie es von Karl Vogt geſchehen iſt, an dieſes Beiſpiel noch weitere Erwägungen anknüpfen. Denn das Rindvieh, welches ſich von dem rothen Klee nährt, iſt eine der wichtigſten Grundlagen des Wohlſtandes von England. Die Engländer conſerviren ihre körperlichen und geiſtigen Kräfte vorzugsweiſe dadurch, daß ſie ſich größtentheils von trefflichem Fleiſch, namentlich ausgezeichnetem Roſtbeaf und Beaffſteak nähren. Dieſer vorzüglichen Fleiſchnahrung verdanken die Britten zum großen Theil das Uebergewicht ihres Gehirns und Geiſtes über die anderen Nationen. Offenbar iſt dieſes aber indirect abhängig von den Katzen, welche die Feldmäuſe verfolgen. Man kann auch mit Huxley auf die alten Jungfern zurückgehen, welche vorzugsweiſe die Katzen hegen und

pflegen und somit für die Befruchtung des Klees und den Wohlstand Englands von hoher Wichtigkeit sind. An diesem Beispiel können Sie erkennen, daß, je weiter man dasselbe verfolgt, desto größer der Kreis der Wirkungen und der Wechselbeziehungen wird. Man kann aber mit Bestimmtheit behaupten, daß bei jeder Pflanze und bei jedem Thiere eine Masse solcher Wechselbeziehungen existiren. Nur sind wir selten im Stande, die Kette derselben so herzustellen, und zu übersehen, wie es hier annähernd der Fall ist.

Ein anderes merkwürdiges Beispiel von wichtigen Wechselbeziehungen ist nach Darwin folgendes: In Paraguay finden sich keine verwilderten Rinder und Pferde, wie in den benachbarten Theilen Südamerikas, nördlich und südlich von Paraguay. Dieser auffallende Umstand erklärt sich einfach dadurch, daß in diesem Lande eine kleine Fliege sehr häufig ist, welche die Gewohnheit, hat, ihre Eier in den Nabel der neugeborenen Rinder und Pferde zu legen. Die neugeborenen Thiere sterben in Folge dieses Eingriffs, und jene kleine gefürchtete Fliege ist also die Ursache, daß die Rinder und Pferde in diesem District niemals verwildern. Angenommen, daß durch irgend einen insektenfressenden Vogel jene Fliege zerstört würde, so würden in Paraguay ebenso wie in den benachbarten Theilen Südamerikas diese großen Säugethiere massenhaft verwildern, und da dieselben eine Menge von bestimmten Pflanzenarten verzehren, würde die ganze Flora, und in Folge davon wiederum die ganze Fauna dieses Landes eine andere werden. Daß dadurch zugleich auch die ganze Oekonomie und somit der Charakter der menschlichen Bevölkerung sich ändern würde, braucht nicht erst gesagt zu werden.

So kann das Gedeihen oder selbst die Existenz ganzer Völkerschaften durch eine einzige kleine, an sich höchst unbedeutende Thier- oder Pflanzen-Form indirect bedingt werden. Es giebt kleine oceanische Inseln, deren menschliche Bewohner wesentlich nur von einer Palmenart leben. Die Befruchtung dieser Palme wird vorzüglich durch Insecten vermittelt, die den Blüthenstaub von den männlichen auf die weiblichen Palmbäume übertragen. Die Existenz dieser nütz-

lichen Insekten wird durch insektenfressende Vögel gefährdet, die ihrerseits wieder von Raubvögeln verfolgt werden. Die Raubvögel aber unterliegen oft dem Angriffe einer kleinen parasitischen Milbe, die sich zu Millionen in ihrem Federkleide entwickelt. Dieser kleine gefährliche Parasit kann wiederum durch parasitische Pilze getödtet werden. Pilze, Raubvögel und Insecten würden in diesem Falle das Gedeihen der Palmen und somit der Menschen begünstigen, Vogelmilben und insektenfressende Vögel dagegen gefährden.

Interessante Beispiele für die Veränderung der Wechselbeziehungen im Kampf um's Dasein liefern auch jene isolirten und von Menschen unbewohnten oceanischen Inseln, auf denen zu verschiedenen Malen von Seefahrern Ziegen oder Schweine ausgesetzt wurden. Diese Thiere verwilderten und nahmen an Zahl aus Mangel an Feinden bald so übermäßig zu, daß die ganze übrige Thier- und Pflanzenbevölkerung darunter litt, und daß schließlich die Insel beinahe verödete, weil den zu massenhaft sich vermehrenden großen Säugethieren die hinreichende Nahrung fehlte. In einigen Fällen wurden auf einer solchen von Ziegen oder Schweinen übervölkerten Insel später von anderen Seefahrern ein Paar Hunde ausgesetzt, die sich in diesem Futterüberfluß sehr wohl befanden, sich wieder sehr rasch vermehrten und furchtbar unter den Heerden aufräumten, so daß nach einer Anzahl von Jahren den Hunden selbst das Futter fehlte, und auch sie beinahe ausstarben. So wechselt beständig in der Oekonomie der Natur das Gleichgewicht der Arten, je nachdem die eine oder andere Art sich auf Kosten der übrigen vermehrt. In den meisten Fällen sind freilich die Beziehungen der verschiedenen Thier- und Pflanzenarten zu einander viel zu verwickelt, als daß wir ihnen nachkommen könnten, und ich überlasse es Ihrem eigenen Nachdenken, sich auszumalen, welches unendlich verwickelte Getriebe an jeder Stelle der Erde in Folge dieses Kampfes stattfinden muß. In letzter Instanz sind die Triebfedern, welche den Kampf bedingen, und welche den Kampf an allen verschiedenen Stellen verschieden gestalten und modificiren, die Triebfedern der Selbsterhaltung, und zwar sowohl der

Digitized by Google

Erhaltungstrieb der Individuen (Ernährungstrieb), als der Erhaltungstrieb der Arten (Fortpflanzungstrieb). Dieſe beiden Grundtriebe der organiſchen Selbſterhaltung ſind es, von denen ſogar Schiller, der Idealiſt (nicht Goethe, der Realiſt!) ſagt:

„Einſtweilen bis den Bau der Welt
„Philoſophie zuſammenhält,
„Erhält ſich ihr Getriebe
„Durch Hunger und durch Liebe."

Dieſe beiden mächtigen Grundtriebe ſind es, welche durch ihre verſchiedene Ausbildung in den verſchiedenen Arten den Kampf um's Daſein ſo ungemein mannichfaltig geſtalten, und welche den Erſcheinungen der Vererbung und Anpaſſnng zu Grunde liegen. Wir konnten alle Vererbung auf die Fortpflanzung, alle Anpaſſung auf die Ernährung als die materielle Grundurſache zurückführen.

Der Kampf um das Daſein wirkt bei der natürlichen Züchtung ebenſo züchtend oder ausleſend, wie der Wille des Menſchen bei der künſtlichen Züchtung. Aber dieſer wirkt planmäßig und bewußt, jener planlos und unbewußt. Dieſer wichtige Unterſchied zwiſchen der künſtlichen und natürlichen Züchtung verdient beſondere Beachtung. Denn wir lernen hierdurch verſtehen, warum zweckmäßige Einrichtungen ebenſo durch zwecklos wirkende mechaniſche Urſachen, wie durch zweckmäßig thätige Endurſachen erzeugt werden können. Die Produkte der natürlichen Züchtung ſind ebenſo und noch mehr zweckmäßig eingerichtet, wie die Kunſtprodukte des Menſchen, und dennoch verdanken ſie ihre Entſtehung nicht einer zweckmäßig thätigen Schöpferkraft, ſondern einem unbewußt und planlos wirkenden mechaniſchen Verhältniß. Wenn man nicht tiefer über die Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung unter dem Einfluß des Kampfes um's Daſein nachgedacht hat, ſo iſt man zunächſt nicht geneigt, ſolche Erfolge von dieſem natürlichen Züchtungsprozeß zu erwarten, wie derſelbe in der That liefert. Es iſt daher wohl angemeſſen, hier ein Paar beſonders einleuchtende Beiſpiele von der Wirkſamkeit der natürlichen Züchtung anzuführen.

Laſſen Sie uns zunächſt die von Darwin hervorgehobene gleichfarbige Zuchtwahl oder die ſogenannte „ſympathiſche Farbenwahl“ der Thiere betrachten. Schon frühere Naturforſcher haben es ſonderbar gefunden, daß zahlreiche Thiere im Großen und Ganzen dieſelbe Färbuug zeigen wie der Wohnort, oder die Umgebung, in der ſie ſich beſtändig aufhalten. So ſind z. B. die Blattläuſe und viele andere auf Blättern lebende Inſekten grün gefärbt. Die Wüſtenbewohner: Springmäuſe, Wüſtenfüchſe, Gazellen, Löwen u. ſ. w. ſind meiſt gelb oder gelblichbraun gefärbt, wie der Sand der Wüſte. Die Polarthiere, welche auf Eis und Schnee leben, ſind weiß oder grau, wie Eis und Schnee. Viele von dieſen ändern ihre Färbung im Sommer und Winter. Im Sommer, wenn der Schnee theilweis vergeht, wird das Fell dieſer Polarthiere graubraun oder ſchwärzlich wie der nackte Erdboden, während es im Winter wieder weiß wird. Schmetterlinge und Kolibris, welche die bunten, glänzenden Blüthen umſchweben, gleichen dieſen in der Färbung. Darwin erklärt nun dieſe auffallende Thatſache ganz einfach dadurch, daß eine ſolche Färbung, die mit der des Wohnortes übereinſtimmt, den betreffenden Thieren von größtem Nutzen iſt. Wenn dieſe Thiere Raubthiere ſind, ſo werden ſie ſich dem Gegenſtand ihres Appetits viel ſicherer und unbemerkter nähern können, und ebenſo werden die von ihnen verfolgten Thiere viel leichter entfliehen können, wenn ſie ſich in der Färbung möglichſt wenig von ihrer Umgebung unterſcheiden. Wenn alſo urſprünglich eine Thierart in allen Farben variirte, ſo werden diejenigen Individuen, deren Farbe am meiſten derjenigen ihrer Umgebung glich, im Kampf um's Daſein am meiſten begünſtigt geweſen ſein. Sie blieben unbemerkter, erhielten ſich und pflanzten ſich fort, während die anders gefärbten Individuen oder Spielarten ausſtarben.

Aus derſelben gleichfarbigen Zuchtwahl habe ich in meiner „generellen Morphologie“ verſucht, die merkwürdige Waſſerähnlichkeit der pelagiſchen Glasthiere zu erklären, die wunderbare Thatſache daß die Mehrzahl der pelagiſchen Thiere, d. h. derer, welche an der Oberfläche der offenen See leben, bläulich oder ganz farblos und

glasartig durchſichtig iſt, wie das Waſſer ſelbſt. Solche farbloſe, glasartige Thiere kommen in den verſchiedenſten Klaſſen vor. Es gehören dahin unter den Fiſchen die Helmichthyiden, durch deren glashellen Körper hindurch man die Schrift eines Buches leſen kann; unter den Weichthieren die Floſſenſchnecken und Kielſchnecken; unter den Würmern die Salpen, Alciope und Sagitta; ferner ſehr zahlreiche pelagiſche Krebsthiere (Cruſtaceen) und der größte Theil der Meduſen (Schirmquallen, Kammquallen u. ſ. w.). Alle dieſe pelagiſchen Thiere, welche an der Oberfläche des offenen Meeres ſchwimmen, ſind glasartig durchſichtig und farblos, wie das Waſſer ſelbſt, während ihre nächſten Verwandten, die auf dem Grunde des Meeres leben, gefärbt und undurchſichtig wie die Landbewohner ſind. Auch dieſe merkwürdige Thatſache läßt ſich ebenſo wie die ſympathiſche Färbung der Landbewohner durch die natürliche Züchtung erklären. Unter den Voreltern der pelagiſchen Glasthiere, welche einen verſchiedenen Grad von Farbloſigkeit und Durchſichtigkeit zeigten, werden diejenigen, welche am meiſten farblos und durchſichtig waren, offenbar in dem lebhaften Kampf um's Daſein, der an der Meeresoberfläche ſtattfindet, am meiſten begünſtigt geweſen ſein. Sie konnten ſich ihrer Beute am leichteſten unbemerkt nähern, und wurden ſelbſt von ihren Feinden am wenigſten bemerkt. So konnten ſie ſich leichter erhalten und fortpflanzen, als ihre mehr gefärbten und undurchſichtigen Verwandten, und ſchließlich erreichte, durch gehäufte Anpaſſung und Vererbung, durch natürliche Auslеſe im Laufe vieler Generationen, der Körper denjenigen Grad von glasartiger Durchſichtigkeit und Farbloſigkeit, den wir gegenwärtig an den pelagiſchen Glasthieren bewundern.

Nicht minder intereſſant und lehrreich, als die gleichfarbige Zuchtwahl, iſt diejenige Art der natürlichen Züchtung, welche Darwin die ſexuelle oder geſchlechtliche Zuchtwahl nennt; durch ſie wird beſonders die Entſtehung der ſogenannten „ſecundären Sexualcharaktere" erklärt. Wir haben dieſe untergeordneten Geſchlechtscharaktere, die in ſo vieler Beziehung lehrreich ſind, ſchon früher erwähnt; wir verſtanden darunter ſolche Eigenthümlichkeiten der Thiere und

Pflanzen, welche bloß einem der beiden Geſchlechter zukommen, und welche nicht in unmittelbarer Beziehung zu der Fortpflanzungsthätigkeit ſelbſt ſtehen. (Vergl. oben S. 188.) Solche ſecundäre Geſchlechtscharaktere kommen in großer Mannichfaltigkeit bei den Thieren vor. Sie wiſſen Alle, wie auffallend ſich bei vielen Vögeln und Schmetterlingen die beiden Geſchlechter durch Größe und Färbung unterſcheiden. Meiſtens iſt hier das Männchen das größere und ſchönere Geſchlecht. Oft beſitzt daſſelbe beſondere Zierrathe oder Waffen, wie z. B. der Sporn und Federkragen des Hahns, das Geweih der männlichen Hirſche und Rehe u. ſ. w. Alle dieſe Eigenthümlichkeiten des einen Geſchlechtes haben mit der Fortpflanzung ſelbſt, welche durch die „primären Sexualcharaktere", die eigentlichen Geſchlechtsorgane, vermittelt wird, unmittelbar Nichts zu thun.

Die Entſtehung dieſer merkwürdigen „ſecundären Sexualcharaktere" erklärt nun Darwin einfach durch die Ausleſe oder Selection, welche bei der Fortpflanzung der Thiere geſchieht. Bei den meiſten Thieren iſt die Zahl der Individuen beiderlei Geſchlechts mehr oder weniger ungleich; entweder iſt die Zahl der weiblichen oder die der männlichen Individuen größer, und wenn die Fortpflanzungszeit herannaht, findet in der Regel ein Kampf zwiſchen den betreffenden Nebenbuhlern um Erlangung der Thiere des anderen Geſchlechtes ſtatt. Es iſt bekannt, mit welcher Kraft und Heftigkeit gerade bei den höchſten Thieren, bei den Säugethieren und Vögeln, beſonders bei den in Polygamie lebenden, dieſer Kampf gefochten wird. Bei den Hühnervögeln, wo auf einen Hahn zahlreiche Hennen kommen, findet zur Erlangung eines möglichſt großen Harems ein lebhafter Kampf zwiſchen den mitbewerbenden Hähnen ſtatt. Daſſelbe gilt von vielen Wiederkäuern. Bei den Hirſchen und Rehen z. B. entſtehen zur Zeit der Fortpflanzung gefährliche Kämpfe zwiſchen den Männchen um den Beſitz der Weibchen. Der ſecundäre Sexualcharakter, welcher hier die Männchen auszeichnet, das Geweih der Hirſche und Rehe, das den Weibchen fehlt, iſt nach Darwin die Folge jenes Kampfes. Hier iſt alſo nicht, wie beim Kampf um die individuelle Exiſtenz, die Selbſt-

erhaltung, ſondern die Erhaltung der Art, die Fortpflanzung, das Motiv und die beſtimmende Urſache das Kampfes. Es giebt eine ganze Menge von Waffen, die in dieſer Weiſe von den Thieren erworben wurden, ſowohl paſſive Schutzwaffen als active Angriffswaffen. Eine ſolche Schutzwaffe iſt zweifelsohne die Mähne des Löwen, die dem Weibchen abgeht; ſie iſt bei den Biſſen, die die männlichen Löwen ſich am Halſe beizubringen ſuchen, wenn ſie um die Weibchen kämpfen, ein tüchtiges Schutzmittel; und daher ſind die mit der ſtärkſten Mähne verſehenen Männchen in dem ſexuellen Kampfe am Meiſten begünſtigt. Eine ähnliche Schutzwaffe iſt die Wamme des Stiers und der Federkragen des Hahns. Active Angriffswaffen ſind dagegen das Geweih des Hirſches, der Hauzahn des Ebers, der Sporn des Hahns und der entwickelte Oberkiefer des männlichen Hirſchkäfers; alles Inſtrumente, welche beim Kampfe der Männchen um die Weibchen zur Vernichtung oder Vertreibung der Nebenbuhler dienen.

In den letzterwähnten Fällen ſind es die unmittelbaren Vernichtungskämpfe der Nebenbuhler, welche die Entſtehung des ſecundären Sexualcharakters bedingen. Außer dieſen unmittelbaren Vernichtungskämpfen ſind aber bei der geſchlechtlichen Auslese auch die mehr mittelbaren Wettkämpfe von großer Wichtigkeit, welche auf die Nebenbuhler nicht minder umbildend einwirken. Dieſe beſtehen vorzugsweiſe darin, daß das werbende Geſchlecht dem anderen zu gefallen ſucht: durch äußeren Putz, durch Schönheit, oder durch eine melodiſche Stimme. Unzweifelhaft iſt die ſchöne Stimme der Singvögel weſentlich auf dieſem Wege entſtanden. Bei vielen Vögeln findet ein wirklicher Sängerkrieg zwiſchen den Männchen ſtatt, die um den Beſitz der Weibchen kämpfen. Von mehreren Singvögeln weiß man, daß zur Zeit der Fortpflanzung die Männchen ſich zahlreich vor den Weibchen verſammeln und vor ihnen ihren Geſang erſchallen laſſen, und daß dann die Weibchen denjenigen Sänger, welcher ihnen am beſten gefällt, zu ihrem Gemahl erwählen. Bei anderen Singvögeln laſſen die einzelnen Männchen in der Einſamkeit des Waldes ihren Geſang ertönen, um die Weibchen anzulocken,

und dieſe folgen dem anziehendſten Locktone. Ein ähnlicher muſikaliſcher Wettkampf, der allerdings weniger melodiſch iſt, findet bei den Cikaden und Heuſchrecken ſtatt. Bei den Cikaden hat das Männchen am Unterleib zwei trommelartige Inſtrumente und erzeugt damit die ſcharfen zirpenden Töne, welche die alten Griechen ſeltſamer Weiſe als ſchöne Muſik prieſen. Bei den Heuſchrecken bringen die Männchen, theils indem ſie die Hinterſchenkel wie Violinbogen an den Flügeldecken reiben, theils durch Reiben der Flügeldecken an einander, Töne hervor, die für uns allerdings nicht melodiſch ſind, die aber den weiblichen Heuſchrecken ſo gut gefallen, daß ſie die am beſten geigenden Männchen ſich ausſuchen.

Bei anderen Inſekten und Vögeln iſt es nicht der Geſang oder überhaupt die muſikaliſche Leiſtung, ſondern der Putz oder die Schönheit des einen Geſchlechts, welches das andere anzieht. So finden wir, daß bei den meiſten Hühnervögeln die Hähne durch Hautlappen auf dem Kopfe ſich auszeichnen, oder durch einen ſchönen Schweif, den ſie radartig ausbreiten, wie z. B. der Pfau und der Truthahn. Auch der prachtvolle Schweif des Paradiesvogels iſt eine ausſchließliche Zierde des männlichen Geſchlechts. Ebenſo zeichnen ſich bei ſehr vielen anderen Vögeln und bei ſehr vielen Inſekten, namentlich Schmetterlingen, die Männchen durch beſondere Farben oder andere Zierden vor den Weibchen aus. Offenbar ſind dieſelben Produkte der ſexuellen Züchtung. Da den Weibchen dieſe Reize und Verzierungen fehlen, ſo müſſen wir ſchließen, daß dieſelben von den Männchen im Wettkampf um die Weibchen erſt mühſam erworben worden ſind, wobei die Weibchen ausleſend wirkten.

Die Anwendung dieſes intereſſanten Schluſſes auf die menſchliche Geſellſchaft können Sie ſich ſelbſt leicht im Einzelnen ausmalen. Offenbar ſind auch hier dieſelben Urſachen bei der Ausbildung der ſecundären Sexualcharaktere wirkſam geweſen. Ebenſowohl die Vorzüge, welche den Mann, als diejenigen, welche das Weib auszeichnen, verdanken ihren Urſprung ganz gewiß größtentheils der ſexuellen Ausleſe des anderen Geſchlechts. Im Alterthum und im Mittelalter, beſon-

ders in der romantiſchen Ritterzeit, waren es die unmittelbaren Vernichtungskämpfe, die Turniere und Duelle, welche die Brautwahl vermittelten; der Stärkere führte die Braut heim. In neuerer Zeit dagegen ſind die mittelbaren Wettkämpfe der Nebenbuhler beliebter, welche mittelſt muſikaliſcher Leiſtungen, Spiel und Geſang, oder mittelſt körperlicher Reize, natürlicher Schönheit oder künſtlichen Putzes, in unſeren ſogenannten „feinen“ und „hochciviliſirten“ Geſellſchaften ausgekämpft werden. Bei weitem am Wichtigſten aber von dieſen verſchiedenen Formen der Geſchlechtswahl des Menſchen iſt die am meiſten veredelte Form derſelben, nämlich die pſychiſche Ausleſe, bei welcher die geiſtigen Vorzüge des einen Geſchlechts beſtimmend auf die Wahl des anderen einwirken. Indem der am höchſten veredelte Kulturmenſch ſich bei der Wahl der Lebensgefährtin Generationen hindurch von den Seelenvorzügen derſelben leiten ließ, und dieſe auf die Nachkommenſchaft vererbte, half er mehr, als durch vieles Andere, die tiefe Kluft ſchaffen, welche ihn gegenwärtig von den roheſten Naturvölkern und von unſeren gemeinſamen thieriſchen Voreltern trennt. Ueberhaupt iſt die Rolle, welche die geſteigerte ſexuelle Zuchtwahl, und ebenſo die Rolle, welche die vorgeſchrittene Arbeitstheilung zwiſchen beiden Geſchlechtern beim Menſchen ſpielt, höchſt bedeutend; und ich glaube, daß hierin eine der mächtigſten Urſachen zu ſuchen iſt, welche die phylogenetiſche Entſtehung und die hiſtoriſche Entwickelung des Menſchengeſchlechts bewirkten.

Da Darwin in ſeinem 1871 erſchienenen, höchſt intereſſanten Werke über „die Abſtammung des Menſchen und die geſchlechtliche Zuchtwahl“ [49]) dieſen Gegenſtand in der geiſtreichſten Weiſe erörtert und durch die merkwürdigſten Beiſpiele erläutert hat, verweiſe ich Sie bezüglich des Näheren auf dieſes Werk. Laſſen Sie uns dagegen jetzt noch einen Blick auf zwei äußerſt wichtige organiſche Grundgeſetze werfen, welche ſich durch die Selectionstheorie als nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Daſein erklären laſſen, nämlich das Geſetz der Arbeitstheilung oder Differenzirung und das Geſetz des Fortſchritts oder der Ver-

vollkommnung. Man war früher, als man in der geſchichtlichen Entwickelung, in der individuellen Entwickelung und in der vergleichenden Anatomie der Thiere und Pflanzen durch die Erfahrung dieſe beiden Geſetze kennen lernte, geneigt, dieſelben wieder auf eine unmittelbare ſchöpferiſche Einwirkung zurückzuführen. Es ſollte in dem zweckmäßigen Plane des Schöpfers gelegen haben, die Formen der Thiere und Pflanzen im Laufe der Zeit immer mannichfaltiger auszubilden und immer vollkommener zu geſtalten. Wir werden offenbar einen großen Schritt in der Erkenntniß der Natur thun, wenn wir dieſe teleologiſche und anthropomorphe Vorſtellung zurückweiſen, und die beiden Geſetze der Arbeitstheilung und Vervollkommnung als nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampfe um's Daſein nachweiſen können.

Das erſte große Geſetz, welches unmittelbar und mit Nothwendigkeit aus der natürlichen Züchtung folgt, iſt dasjenige der Sonderung oder Differenzirung, welche man auch häufig als Arbeitstheilung oder Polymorphismus bezeichnet und welche Darwin als Divergenz des Charakters erläutert. Wir verſtehen darunter die allgemeine Neigung aller organiſchen Individuen, ſich in immer höherem Grade ungleichartig auszubilden und von dem gemeinſamen Urbilde zu entfernen. Die Urſache dieſer allgemeinen Neigung zur Sonderung und der dadurch bewirkten Hervorbildung ungleichartiger Formen aus gleichartiger Grundlage iſt nach Darwin einfach auf den Umſtand zurückzuführen, daß der Kampf um's Daſein zwiſchen je zwei Organismen um ſo heftiger entbrennt, je näher ſich dieſelben in jeder Beziehung ſtehen, je gleichartiger ſie ſind. Dies iſt ein ungemein wichtiges und eigentlich äußerſt einfaches Verhältniß, welches aber gewöhnlich gar nicht gehörig in's Auge gefaßt wird.

Es wird Jedem von Ihnen einleuchten, daß auf einem Acker von beſtimmter Größe neben den Kornpflanzen, die dort ausgeſäet ſind, eine große Anzahl von Unkräutern exiſtiren können, und zwar an Stellen, welche nicht von den Kornpflanzen eingenommen werden könnten.

Die trockeneren, ſterileren Stellen des Bodens, auf denen keine Kornpflanze gedeihen würde, können noch zum Unterhalt von Unkraut verſchiedener Art dienen; und zwar werden davon um ſo mehr verſchiedene Arten und Individuen neben einander exiſtiren können, je beſſer die verſchiedenen Unkrautarten geeignet ſind, ſich den verſchiedenen Stellen des Ackerbodens anzupaſſen. Ebenſo iſt es mit den Thieren. Offenbar können in einem und demſelben beſchränkten Bezirk eine viel größere Anzahl von thieriſchen Individuen zuſammenleben, wenn dieſelben von mannichfach verſchiedener Natur, als wenn ſie alle gleich ſind. Es giebt Bäume (wie z. B. die Eiche), auf welchen ein paar Hundert verſchiedene Inſektenarten neben einander leben. Die einen nähren ſich von den Früchten des Baumes, die anderen von den Blättern, noch andere von der Rinde, der Wurzel u. ſ. f. Es wäre ganz unmöglich, daß die gleiche Zahl von Individuen auf dieſem Baume lebte, wenn alle von einer Art wären, wenn z. B. alle nur von der Rinde oder nur von den Blättern lebten. Ganz daſſelbe iſt in der menſchlichen Geſellſchaft der Fall. In einer und derſelben kleinen Stadt kann eine beſtimmte Anzahl von Handwerkern nur leben, wenn dieſelben verſchiedene Geſchäfte betreiben. Die Arbeitstheilung, welche ſowohl der ganzen Gemeinde, als auch dem einzelnen Arbeiter den größten Nutzen bringt, iſt eine unmittelbare Folge des Kampfes um's Daſein, der natürlichen Züchtung; denn dieſer Kampf iſt um ſo leichter zu beſtehen, je mehr ſich die Thätigkeit und ſomit auch die Form der verſchiedenen Individuen von einander entfernt. Natürlich wirkt die verſchiedene Function umbildend auf die Form zurück, und die phyſiologiſche Arbeitstheilung bedingt nothwendig die morphologiſche Differenzirung, die „Divergenz des Charakters“ [37]).

Nun bitte ich Sie wieder zu erwägen, daß alle Thier- und Pflanzenarten veränderlich ſind, und die Fähigkeit beſitzen, ſich an verſchiedenen Orten den localen Verhältniſſen anzupaſſen. Die Spielarten, Varietäten oder Raſſen einer jeden Species werden ſich den Anpaſſungsgeſetzen gemäß um ſo mehr von der urſprünglichen Stammart entfernen, je verſchiedenartiger die neuen Verhältniſſe ſind, denen ſie

ſich anpaſſen. Wenn wir nun dieſe von einer gemeinſamen Grundform ausgehenden Varietäten uns in Form eines verzweigten Strahlenbüſchels vorſtellen, ſo werden diejenigen Spielarten am beſten neben einander exiſtiren und ſich fortpflanzen können, welche am weiteſten von einander entfernt ſind, welche an den Enden der Reihe oder auf entgegengeſetzten Seiten des Büſchels ſtehen. Die in der Mitte ſtehenden Uebergangsformen dagegen haben den ſchwierigſten Stand im Kampfe um's Daſein. Die nothwendigen Lebensbedürfniſſe ſind bei den extremen, am weiteſten auseinander gehenden Spielarten am meiſten verſchieden, und daher werden dieſe in dem allgemeinen Kampfe um's Daſein am wenigſten in ernſtlichen Conflict gerathen. Die vermittelnden Zwiſchenformen dagegen, welche ſich am wenigſten von der urſprünglichen Stammform entfernt haben, theilen mehr oder minder dieſelben Lebensbedürfniſſe, und daher werden ſie in der Mitbewerbung um dieſelben am meiſten zu kämpfen haben und am gefährlichſten bedroht ſein. Wenn alſo zahlreiche Varietäten oder Spielarten einer Species auf einem und demſelben Fleck der Erde mit einander leben, ſo können viel eher die Extreme, die am meiſten abweichenden Formen, neben einander fort beſtehen, als die vermittelnden Zwiſchenformen, welche mit jedem der verſchiedenen Extreme zu kämpfen haben. Die letzteren werden auf die Dauer den feindlichen Einflüſſen nicht widerſtehen können, welche die erſteren ſiegreich überwinden. Dieſe allein erhalten ſich, pflanzen ſich fort und ſind nun nicht mehr durch vermittelnde Uebergangsformen mit der urſprünglichen Stammart verbunden. So entſtehen aus Varietäten „gute Arten". Der Kampf um's Daſein begünſtigt nothwendig die allgemeine Divergenz oder das Auseinandergehen der organiſchen Formen, die beſtändige Neigung der Organismen, neue Arten zu bilden. Dieſe beruht nicht auf einer myſtiſchen Eigenſchaft, auf einem unbekannten Bildungstrieb der Organismen, ſondern auf der Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung im Kampfe um's Daſein. Indem von den Varietäten einer jeden Species die vermittelnden Zwiſchenformen erlöſchen und die Uebergangsglieder ausſterben, geht der Divergenz-

proceß immer weiter, und bildet in den Extremen Geſtalten aus, die wir als neue Arten unterſcheiden.

Obgleich alle Naturforſcher die Variabilität oder Veränderlichkeit aller Thier- und Pflanzenarten zugeben müſſen, haben doch die meiſten bisher beſtritten, daß die Abänderung oder Umbildung der organiſchen Form die urſprüngliche Grenze des Speciescharakters überſchreite. Unſere Gegner halten an dem Satze feſt: „Soweit auch eine Art in Varietätenbüſchel aus einander gehen mag, ſo ſind die Spielarten oder Varietäten derſelben doch niemals in dem Grade von einander unterſchieden, wie zwei wirkliche gute Arten.“ Dieſe Behauptung, die gewöhnlich von Darwin's Gegnern an die Spitze ihrer Beweisführung geſtellt wird, iſt vollkommen unhaltbar und unbegründet. Dies wird Ihnen ſofort klar, ſobald Sie kritiſch die verſchiedenen Verſuche vergleichen, den Begriff der Species oder Art feſtzuſtellen. Was eigentlich eine „echte oder gute Art“ („bona species“) ſei, dieſe Frage vermag kein Naturforſcher zu beantworten, obgleich jeder Syſtematiker täglich dieſe Ausdrücke gebraucht, und trotzdem ganze Bibliotheken über die Frage geſchrieben worden ſind, ob dieſe oder jene beobachtete Form eine Species oder Varietät, eine wirklich gute oder ſchlechte Art ſei. Die am meiſten verbreitete Antwort auf dieſe Frage war folgende: „Zu einer Art gehören alle Individuen, die in allen weſentlichen Merkmalen übereinſtimmen. Weſentliche Speciescharaktere ſind aber ſolche, welche beſtändig oder conſtant ſind, und niemals abändern oder variiren.“ Sobald nun aber der Fall eintrat, daß ein Merkmal, das man bisher für weſentlich hielt, dennoch abänderte, ſo ſagte man: „Dieſes Merkmal iſt für die Art nicht weſentlich geweſen, denn weſentliche Charaktere variiren nicht.“ Man bewegte ſich alſo in einem offenbaren Zirkelſchluß, und die Naivetät iſt wirklich erſtaunlich, mit der dieſe Kreisbewegung der Artdefinition in Tauſenden von Büchern als unumſtößliche Wahrheit hingeſtellt und immer noch wiederholt wird.

Ebenſo wie dieſer, ſo ſind auch alle übrigen Verſuche, welche man zu einer feſten und logiſchen Begriffsbeſtimmung der organiſchen

„Species“ gemacht hat, völlig fruchtlos und vergeblich geweſen. Der Natur der Sache nach kann es nicht anders ſein. Der Begriff der Species iſt ebenſo gut relativ, und nicht abſolut wie der Begriff der Varietät, Gattung, Familie, Ordnung, Klaſſe u. ſ. w. Ich habe dies in der Kritik des Speciesbegriffs in meiner generellen Morphologie theoretiſch nachgewieſen (Gen. Morph. II, 323—364). Praktiſch habe ich dieſen Beweis in meinem „Syſtem der Kalkſchwämme“ geliefert (1872). Bei dieſen merkwürdigen Thieren erſcheint die übliche Species-Unterſcheidung völlig willkürlich. Ich will mit dieſer Erörterung hier keine Zeit verlieren, und nur noch ein paar Worte über das Verhältniß der Species zur Baſtardzeugung ſagen. Früher galt es als Dogma, daß zwei gute Arten niemals mit einander Baſtarde zeugen könnten, welche ſich als ſolche fortpflanzten. Man berief ſich dabei faſt immer auf die Baſtarde von Pferd und Eſel, die Maulthiere und Mauleſel, die in der That nur ſelten ſich fortpflanzen können. Allein ſolche unfruchtbare Baſtarde ſind, wie ſich herausgeſtellt hat, ſeltene Ausnahmen, und in der Mehrzahl der Fälle ſind Baſtarde zweier ganz verſchiedenen Arten fruchtbar und können ſich fortpflanzen. Faſt immer können ſie mit einer der beiden Elternarten, bisweilen aber auch rein unter ſich fruchtbar ſich vermiſchen. Daraus können aber nach dem „Geſetze der vermiſchten Vererbung“ ganz neue Formen entſtehen.

In der That iſt ſo die Baſtardzeugung eine Quelle der Entſtehung neuer Arten, verſchieden von der bisher betrachteten Quelle der natürlichen Züchtung. Schon früher habe ich gelegentlich ſolche Baſtard-Arten (Species hybridae) angeführt, insbeſondere das Haſenkaninchen (Lepus Darwinii), welches aus der Kreuzung von Haſen-Männchen mit Kaninchen-Weibchen entſprungen iſt, das Ziegenſchaf (Capra ovina), welches aus der Paarung des Ziegenbocks mit dem weiblichen Schafe entſtanden iſt, ferner verſchiedene Arten der Diſteln (Cirsium), der Brombeeren (Rubus) u. ſ. w. (S. 130—132). Vielleicht ſind viele wilde Species auf dieſem Wege entſtanden, wie es auch Linné ſchon annahm.

Jedenfalls aber beweisen diese Bastard-Arten, die sich so gut wie reine Species erhalten und fortpflanzen, daß die Bastardzeugung nicht dazu dienen kann, den Begriff der Species irgendwie zu charakterisiren.

Daß die vielen vergeblichen Versuche, den Speciesbegriff theoretisch festzustellen, mit der praktischen Speciesunterscheidung gar Nichts zu thun haben, wurde schon früher angeführt (S. 45). Die verschiedenartige praktische Verwerthung des Speciesbegriffs, wie sie sich in der systematischen Zoologie und Botanik durchgeführt findet, ist sehr lehrreich für die Erkenntniß der menschlichen Thorheit. Die bei weitem überwiegende Mehrzahl der Zoologen und Botaniker war bisher bei Unterscheidung und Beschreibung der verschiedenen Thier- und Pflanzenformen vor Allem bestrebt, die verwandten Formen als „gute Species" scharf zu trennen. Allein eine scharfe und folgerichtige Unterscheidung solcher „echten und guten Arten" zeigte sich fast nirgends möglich. Es giebt nicht zwei Zoologen, nicht zwei Botaniker, welche in allen Fällen darüber einig wären, welche von den nahe verwandten Formen einer Gattung gute Arten seien und welche nicht. Alle Autoren haben darüber verschiedene Ansichten. Bei der Gattung Hieracium z. B., einer der gemeinsten deutschen Pflanzengattungen, hat man über 300 Arten in Deutschland allein unterschieden. Der Botaniker Fries läßt davon aber nur 106, Koch nur 52 als „gute Arten" gelten, und Andere nehmen deren kaum 20 an. Ebenso groß sind die Differenzen bei den Brombeerarten (Rubus). Wo der eine Botaniker über hundert Arten macht, nimmt der zweite bloß etwa die Hälfte, ein dritter nur fünf bis sechs oder noch weniger Arten an. Die Vögel Deutschlands kennt man seit längerer Zeit sehr genau. Bechstein hat in seiner sorgfältigen Naturgeschichte der deutschen Vögel 367 Arten unterschieden, L. Reichenbach 379, Meyer und Wolf 406, und der vogelkundige Pastor Brehm sogar mehr als 900 verschiedene Arten. Von den Kalkschwämmen habe ich selbst in meiner Monographie dieser höchst veränderlichen Pflanzenthiere gezeigt, daß man darunter nach Belieben 3 Arten oder 21 oder 111 oder 289 oder 591 Species unterscheiden kann[50]).

Sie ſehen alſo, daß die größte Willkür hier wie in jedem anderen Gebiete der zoologiſchen und botaniſchen Syſtematik herrſcht, und der Natur der Sache nach herrſchen muß. Denn es iſt ganz unmöglich, Varietäten, Spielarten und Raſſen von den ſogenannten „guten Arten“ ſcharf zu unterſcheiden. Varietäten ſind beginnende Arten. Aus der Variabilität oder Anpaſſungsfähigkeit der Arten folgt mit Nothwendigkeit unter dem Einfluſſe des Kampfes um's Daſein die immer weiter gehende Sonderung oder Differenzirung der Spielarten, die beſtändige Divergenz der neuen Formen, und indem dieſe durch Erblichkeit eine Anzahl von Generationen hindurch conſtant erhalten werden, während die vermittelnden Zwiſchenformen ausſterben, bilden ſie ſelbſtſtändige „neue Arten“. Die Entſtehung neuer Species durch die Arbeitstheilung oder Sonderung, Divergenz oder Differenzirung der Varietäten, iſt mithin eine nothwendige Folge der natürlichen Züchtung[17]).

Daſſelbe gilt nun auch von dem zweiten großen Geſetze, welches wir unmittelbar aus der natürlichen Züchtung ableiten, und welches dem Divergenzgeſetze zwar ſehr nahe verwandt, aber keineswegs damit identiſch iſt, nämlich von dem Geſetze des Fortſchritts (Progressus) oder der Vervollkommnung (Teleosis). Auch dieſes große und wichtige Geſetz iſt gleich dem Differenzirungsgeſetze längſt empiriſch durch die paläontologiſche Erfahrung feſtgeſtellt worden, ehe uns Darwin's Selectionstheorie den Schlüſſel zu ſeiner urſächlichen Erklärung lieferte. Die meiſten ausgezeichneten Paläontologen haben das Fortſchrittsgeſetz als allgemeinſtes Reſultat ihrer Unterſuchungen über die Verſteinerungen und deren hiſtoriſche Reihenfolge hingeſtellt, ſo namentlich der verdienſtvolle Bronn, deſſen Unterſuchungen über die Geſtaltungsgeſetze und Entwickelungsgeſetze der Organismen, obwohl wenig gewürdigt, dennoch vortrefflich ſind, und die allgemeinſte Beachtung verdienen[18]). Die allgemeinen Reſultate, zu welchen Bronn bezüglich des Differenzirungs- und Fortſchrittsgeſetzes auf rein empiriſchem Wege, durch außerordentlich fleißige und ſorgfältige Un-

terſuchungen gekommen iſt, ſind glänzende Beſtätigungen der Selectionstheorie.

Das Geſetz des Fortſchritts oder der Vervollkommnung conſtatirt auf Grund der paläontologiſchen Erfahrung die äußerſt wichtige Thatſache, daß zu allen Zeiten des organiſchen Lebens auf der Erde eine beſtändige Zunahme in der Vollkommenheit der organiſchen Bildungen ſtattgefunden hat. Seit jener unvordenklichen Zeit, in welcher das Leben auf unſerem Planeten mit der Urzeugung von Moneren begann, haben ſich die Organismen aller Gruppen beſtändig im Ganzen wie im Einzelnen vervollkommnet und höher ausgebildet. Die ſtetig zunehmende Mannichfaltigkeit der Lebensformen war ſtets zugleich von Fortſchritten in der Organiſation begleitet. Je tiefer Sie in die Schichten der Erde hinabſteigen, in welchen die Reſte der ausgeſtorbenen Thiere und Pflanzen begraben liegen, je älter die letzteren mithin ſind, deſto einförmiger, einfacher und unvollkommener ſind ihre Geſtalten. Dies gilt ſowohl von den Organismen im Großen und Ganzen, als von jeder einzelnen größeren oder kleineren Gruppe derſelben, abgeſehen natürlich von jenen Ausnahmen, die durch Rückbildung einzelner Formen entſtehen.

Zur Beſtätigung dieſes Geſetzes will ich Ihnen hier wieder nur die wichtigſte von allen Thiergruppen, den Stamm der Wirbelthiere, anführen. Die älteſten foſſilen Wirbelthierreſte, welche wir kennen, gehören der tiefſtehenden Fiſchklaſſe an. Auf dieſe folgten ſpäterhin die vollkommneren Amphibien, dann die Reptilien, und endlich in noch viel ſpäterer Zeit die höchſtorganiſirten Wirbelthierklaſſen, die Vögel und Säugethiere. Von den letzteren erſchienen zuerſt nur die niedrigſten und unvollkommenſten Formen, ohne Placenta, die Beutelthiere, und viel ſpäter wiederum die vollkommneren Säugethiere, mit Placenta. Auch von dieſen traten zuerſt nur niedere, ſpäter höhere Formen auf, und erſt in der jüngeren Tertiärzeit entwickelte ſich aus den letzteren allmählich der Menſch.

Verfolgen Sie die hiſtoriſche Entwickelung des Pflanzenreichs, ſo finden Sie hier daſſelbe Geſetz beſtätigt. Auch von den Pflanzen

exiſtirte anfänglich bloß die niedrigſte und unvollkommenſte Klaſſe, diejenige der Algen oder Tange. Auf dieſe folgte ſpäter die Gruppe der farnkrautartigen Pflanzen oder Filicinen. Aber noch exiſtirten keine Blüthenpflanzen oder Phanerogamen. Dieſe begannen erſt ſpäter mit den Gymnoſpermen (Nadelhölzern und Cycadeen), welche in ihrer ganzen Bildung tief unter den übrigen Blüthenpflanzen (Angioſpermen) ſtehen, und den Uebergang von den Filicinen zu den Angioſpermen vermitteln. Dieſe letzteren entwickelten ſich wiederum viel ſpäter, und zwar waren auch hier anfangs bloß kronenloſe Blüthenpflanzen (Monocotyledonen und Monochlamydeen), ſpäter erſt kronenblüthige (Dichlamydeen) vorhanden. Endlich gingen unter dieſen wieder die niederen Diapetalen den höheren Gamopetalen voraus. Dieſe ganze Reihenfolge iſt ein unwiderleglicher Beweis für das Geſetz der fortſchreitenden Entwickelung.

Fragen wir nun, wodurch dieſe Thatſache bedingt iſt, ſo kommen wir wiederum, gerade ſo wie bei der Thatſache der Differenzirung, auf die natürliche Züchtung im Kampf um das Daſein zurück. Wenn Sie noch einmal den ganzen Vorgang der natürlichen Züchtung, wie er durch die verwickelte Wechſelwirkung der verſchiedenen Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze ſich geſtaltet, ſich vor Augen ſtellen, ſo werden Sie als die nächſte nothwendige Folge nicht allein die Divergenz des Charakters, ſondern auch die Vervollkommnung deſſelben erkennen. Wir ſehen ganz daſſelbe in der Geſchichte des menſchlichen Geſchlechts. Auch hier iſt es natürlich und nothwendig, daß die fortſchreitende Arbeitstheilung beſtändig die Menſchheit fördert, und in jedem einzelnen Zweige der menſchlichen Thätigkeit zu neuen Erfindungen und Verbeſſerungen antreibt. Im Großen und Ganzen beruht der Fortſchritt ſelbſt auf der Differenzirung und iſt daher gleich dieſer eine unmittelbare Folge der natürlichen Züchtung durch den Kampf um's Daſein.

Zwölfter Vortrag.

Entwickelungsgesetze der organischen Stämme und Individuen. Phylogenie und Ontogenie.

Entwickelungsgesetze der Menschheit: Differenzirung und Vervollkommnung. Mechanische Ursache dieser beiden Grundgesetze. Fortschritt ohne Differenzirung und Differenzirung ohne Fortschritt. Entstehung der rudimentären Organe durch Nichtgebrauch und Abgewöhnung. Ontogenesis oder individuelle Entwickelung der Organismen. Allgemeine Bedeutung derselben. Ontogenie oder individuelle Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere, mit Inbegriff des Menschen. Eifurchung. Bildung der drei Keimblätter. Entwickelungsgeschichte des Centralnervensystems, der Extremitäten, der Kiemenbogen und des Schwanzes bei den Wirbelthieren. Ursächlicher Zusammenhang und Parallelismus der Ontogenesis und Phylogenesis, der individuellen und der Stammesentwickelung. Ursächlicher Zusammenhang und Parallelismus der Phylogenesis und der systematischen Entwickelung. Parallelismus der drei organischen Entwickelungsreihen.

Meine Herren! Wenn der Mensch seine Stellung in der Natur begreifen und sein Verhältniß zu der für ihn erkennbaren Erscheinungswelt naturgemäß erfassen will, so ist es durchaus nothwendig, daß er objectiv die Naturgeschichte des Menschen mit derjenigen der übrigen Organismen, und besonders der Thiere vergleicht. Wir haben bereits früher gesehen, daß die wichtigen physiologischen Gesetze der Vererbung und der Anpassung in ganz gleicher Weise für den menschlichen Organismus, wie für die Thiere und Pflanzen ihre

Geltung haben, und hier wie dort in Wechselwirkung mit einander stehen. Daher wirkt auch die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Dasein ebenso in der menschlichen Gesellschaft, wie im Leben der Thiere und Pflanzen umgestaltend ein, und ruft hier wie dort immer neue Formen hervor. Ganz besonders wichtig ist diese Vergleichung der menschlichen und der thierischen Verhältnisse bei Betrachtung des Divergenzgesetzes und des Fortschrittsgesetzes, der beiden Grundgesetze, die wir am Ende des letzten Vortrags als unmittelbare und nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein nachgewiesen haben.

Ein vergleichender Ueberblick über die Völkergeschichte oder die sogenannte „Weltgeschichte" zeigt Ihnen zunächst als allgemeinstes Resultat eine beständig zunehmende Mannichfaltigkeit der menschlichen Thätigkeit, im einzelnen Menschenleben sowohl als im Familien- und Staatenleben. Diese Differenzirung oder Sonderung, diese stetig zunehmende Divergenz des menschlichen Charakters und der menschlichen Lebensform wird durch die immer weiter gehende und tiefer greifende Arbeitstheilung der Individuen hervorgebracht. Während die ältesten und niedrigsten Stufen der menschlichen Kultur uns überall nahezu dieselben rohen und einfachen Verhältnisse vor Augen führen, bemerken wir in jeder folgenden Periode der Geschichte eine größere Mannichfaltigkeit in Sitten, Gebräuchen und Einrichtungen bei den verschiedenen Nationen. Die zunehmende Arbeitstheilung bedingt eine steigende Mannichfaltigkeit der Formen in jeder Beziehung. Das spricht sich selbst in der menschlichen Gesichtsbildung aus. Unter den niedersten Volksstämmen gleichen sich die meisten Individuen so sehr, daß die europäischen Reisenden dieselben oft gar nicht unterscheiden können. Mit zunehmender Kultur defferenzirt sich die Physiognomie der Individuen in entsprechendem Grade. Endlich bei den höchst entwickelten Kulturvölkern geht die Divergenz der Gesichtsbildung bei allen stammverwandten Individuen so weit, daß wir nur selten in die Verlegenheit kommen, zwei Gesichter gänzlich mit einander zu verwechseln.

Als zweites oberstes Grundgesetz tritt uns in der Völkergeschichte das große Gesetz des Fortschritts oder der Vervollkommnung entgegen. Im Großen und Ganzen ist die Geschichte der Menschheit die Geschichte ihrer fortschreitenden Entwickelung. Freilich kommen überall und zu jeder Zeit Rückschritte im Einzelnen vor, oder es werden schiefe Bahnen des Fortschritts eingeschlagen, welche nur einer einseitigen und äußerlichen Vervollkommnung entgegenführen, und dabei von dem höheren Ziele der inneren und werthvolleren Veredelung sich mehr und mehr entfernen. Allein im Großen und Ganzen ist und bleibt die Entwickelungsbewegung der ganzen Menschheit eine fortschreitende, indem der Mensch sich immer weiter von seinen affenartigen Vorfahren entfernt und immer mehr seinen selbstgesteckten idealen Zielen nähert.

Wenn Sie nun erkennen wollen, durch welche Ursachen eigentlich diese beiden großen Entwickelungsgesetze der Menschheit, das Divergenzgesetz und das Fortschrittsgesetz bedingt sind, so müssen Sie dieselben mit den entsprechenden Entwickelungsgesetzen der Thierheit vergleichen, und Sie werden bei tieferem Eingehen nothwendig zu dem Schlusse kommen, daß sowohl die Erscheinungen wie ihre Ursachen in beiden Fällen ganz dieselben sind. Ebenso in dem Entwickelungsgange der Menschenwelt wie in demjenigen der Thierwelt sind die beiden Grundgesetze der Differenzirung und Vervollkommnung lediglich durch rein mechanische Ursachen bedingt, lediglich die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein.

Vielleicht hat sich Ihnen bei der vorhergehenden Betrachtung die Frage aufgedrängt: „Sind nicht diese beiden Gesetze identisch? Ist nicht immer der Fortschritt nothwendig mit der Divergenz verbunden?“ Diese Frage ist oft bejaht worden, und Carl Ernst Bär z. B., einer der größten Forscher im Gebiete der Entwickelungsgeschichte, hat als eines der obersten Gesetze, die den Bildungsgang des werdenden Thierkörpers beherrschen, den Satz ausgesprochen: „Der Grad der Ausbildung (oder Vervollkommnung) besteht in der Stufe der Sonderung (oder Differenzirung) der Theile“ [20]). So rich-

tig dieser Satz im Ganzen ist, so hat er dennoch keine allgemeine Gültigkeit. Vielmehr zeigt sich in vielen einzelnen Fällen, daß Divergenz und Fortschritt keineswegs durchweg zusammenfallen. Nicht jeder Fortschritt ist eine Differenzirung, und nicht jede Differenzirung ist ein Fortschritt.

Was zunächst die Vervollkommnung oder den Fortschritt betrifft, so hat man schon früher, durch rein anatomische Betrachtungen geleitet, das Gesetz aufgestellt, daß allerdings die Vervollkommnung des Organismus größtentheils auf der Arbeitstheilung der einzelnen Organe und Körpertheile beruht, daß es jedoch auch andere organische Umbildungen giebt, welche einen Fortschritt in der Organisation bedingen. Eine solche ist besonders die Zahlverminderung gleichartiger Theile. Vergleichen Sie z. B. die niederen krebsartigen Gliederthiere, welche sehr zahlreiche Beinpaare besitzen, mit den Spinnen, die stets nur vier Beinpaare, und mit den Insekten, die stets nur drei Beinpaare besitzen. Hier finden Sie dieses Gesetz, wie durch zahlreiche ähnliche Beispiele, bestätigt. Die Zahlreduction der Beinpaare ist ein Fortschritt in der Organisation der Gliederthiere. Ebenso ist die Zahlreduction der gleichartigen Wirbelabschnitte des Rumpfes bei den Wirbelthieren ein Fortschritt in deren Organisation. Die Fische und Amphibien mit einer sehr großen Anzahl von gleichartigen Wirbeln sind schon deshalb unvollkommener und niedriger als die Vögel und Säugethiere, bei denen die Wirbel nicht nur im Ganzen viel mehr differenzirt, sondern auch die Zahl der gleichartigen Wirbel viel geringer ist. Nach demselben Gesetze der Zahlverminderung sind ferner die Blüthen mit zahlreichen Staubfäden unvollkommener als die Blüthen der verwandten Pflanzen mit einer geringen Staubfädenzahl u. s. w. Wenn also ursprünglich eine sehr große Anzahl von gleichartigen Theilen im Körper vorhanden war, und wenn diese Zahl im Laufe zahlreicher Generationen allmählich abnahm, so war diese Umbildung eine Vervollkommnung[15]).

Ein anderes Fortschrittsgesetz, welches von der Differenzirung ganz unabhängig, ja sogar dieser gewissermaßen entgegengesetzt er-

scheint, ist das Gesetz der Centralisation. Im Allgemeinen ist der ganze Organismus um so vollkommener, je einheitlicher er organisirt ist, je mehr die Theile dem Ganzen untergeordnet, je mehr die Functionen und ihre Organe centralisirt sind. So ist z. B. das Blutgefäßsystem da am vollkommensten, wo ein centralisirtes Herz existirt. Ebenso ist die zusammengedrängte Marknasse, welche das Rückenmark der Wirbelthiere und das Bauchmark der höheren Gliederthiere bildet, vollkommener, als die decentralisirte Ganglienkette der niederen Gliederthiere und das zerstreute Gangliensystem der Weichthiere. Bei der Schwierigkeit, welche die Erläuterung dieser verwickelten Fortschrittsgesetze im Einzelnen hat, kann ich hier nicht näher darauf eingehen, und muß Sie bezüglich derselben auf Braun's treffliche „Morphologische Studien“ [18]) und auf meine generelle Morphologie verweisen (Gen. Morph. I, 370, 550; II, 257—266).

Während Sie hier Fortschrittserscheinungen kennen lernten, die ganz unabhängig von der Divergenz sind, so begegnen Sie andrerseits sehr häufig Differenzirungen, welche keine Vervollkommnungen, sondern vielmehr das Gegentheil, Rückschritte sind. Es ist leicht einzusehen, daß die Umbildungen, welche jede Thier- und Pflanzenart erleidet, nicht immer Verbesserungen sein können. Vielmehr sind viele Differenzirungserscheinungen, welche von unmittelbarem Vortheil für den Organismus sind, insofern schädlich, als sie die allgemeine Leistungsfähigkeit desselben beeinträchtigen. Häufig findet ein Rückschritt zu einfacheren Lebensbedingungen und durch Anpassung an dieselben eine Differenzirung in rückschreitender Richtung statt. Wenn z. B. Organismen, die bisher frei lebten, sich an das parasitische Leben gewöhnen, so bilden sie sich dadurch zurück. Solche Thiere, die bisher ein wohlentwickeltes Nervensystem und scharfe Sinnesorgane, sowie freie Bewegung besaßen, verlieren dieselben, wenn sie sich an parasitische Lebensweise gewöhnen; sie bilden sich dadurch mehr oder minder zurück. Hier ist, für sich betrachtet, die Differenzirung ein Rückschritt, obwohl sie für den parasitischen Organismus selbst von Vortheil ist. Im Kampf um's Dasein würde ein solches Thier, das sich

gewöhnt hat, auf Koſten Anderer zu leben, durch Beibehaltung ſeiner Augen und Bewegungswerkzeuge, die ihm nichts mehr nützen, nur an Material verlieren; und wenn es dieſe Organe einbüßt, ſo kommt dafür eine Maſſe von Ernährungsmaterial, das zur Erhaltung dieſer Theile verwandt wurde, anderen Theilen zu Gute. Im Kampf um's Daſein zwiſchen den verſchiedenen Paraſiten werden daher diejenigen, welche am wenigſten Anſprüche machen, im Vortheil vor den anderen ſein, und dies begünſtigt ihre Rückbildung.

Ebenſo wie in dieſem Falle mit den ganzen Organismen, ſo verhält es ſich auch mit den Körpertheilen des einzelnen Organismus. Auch eine Differenzirung dieſer Theile, welche zu einer theilweiſen Rückbildung, und ſchließlich ſelbſt zum Verluſt einzelner Organe führt, iſt an ſich betrachtet ein Rückſchritt, kann aber für den Organismus im Kampf um's Daſein von Vortheil ſein. Man kämpft leichter und beſſer, wenn man unnützes Gepäck fortwirft. Daher begegnen wir überall im entwickelteren Thier- und Pflanzenkörper Divergenzproceſſen, welche weſentlich die Rückbildung und ſchließlich den Verluſt einzelner Theile bewirken. Hier tritt uns nun vor Allen die höchſt wichtige und lehrreiche Erſcheinungsreihe der rudimentären oder verkümmerten Organe entgegen.

Sie erinnern ſich, daß ich ſchon im erſten Vortrage dieſe außerordentlich merkwürdige Erſcheinungsreihe als eine der wichtigſten in theoretiſcher Beziehung hervorgehoben habe, als einen der ſchlagendſten Beweisgründe für die Wahrheit der Abſtammungslehre. Wir bezeichneten als rudimentäre Organe ſolche Theile des Körpers, die für einen beſtimmten Zweck eingerichtet und dennoch ganz zwecklos ſind. Ich erinnere Sie an die Augen derjenigen Thiere, welche in Höhlen oder unter der Erde im Dunkeln leben, und daher niemals ihre Augen gebrauchen können. Bei dieſen Thieren finden wir unter der Haut verſteckt wirkliche Augen, oft gerade ſo gebildet wie die Augen der wirklich ſehenden Thiere; und dennoch functioniren dieſe Augen niemals, und können nicht functioniren, ſchon einfach aus dem Grunde, weil dieſelben von dem undurchſichtigen Felle überzogen ſind und da-

her kein Lichtstrahl in sie hineinfällt (vergl. oben S. 13). Bei den Vorfahren dieser Thiere, welche frei am Tageslichte lebten, waren die Augen wohl entwickelt, von der durchsichtigen Hornhaut überzogen und dienten wirklich zum Sehen. Aber als sie sich nach und nach an unterirdische Lebensweise gewöhnten, sich dem Tageslicht entzogen und ihre Augen nicht mehr brauchten, wurden dieselben rückgebildet.

Sehr anschauliche Beispiele von rudimentären Organen sind ferner die Flügel von Thieren, welche nicht fliegen können, z. B. unter den Vögeln die Flügel der straußartigen Laufvögel, (Strauß, Casuar u. s. w.), bei welchen sich die Beine außerordentlich entwickelt haben. Diese Vögel haben sich das Fliegen abgewöhnt und haben dadurch den Gebrauch der Flügel verloren; allein die Flügel sind noch da, obwohl in verkümmerter Form. Sehr häufig finden Sie solche verkümmerte Flügel in der Klasse der Insekten, von denen die meisten fliegen können. Aus vergleichend anatomischen und anderen Gründen können wir mit Sicherheit den Schluß ziehen, daß alle jetzt lebenden Insekten (alle Heuschrecken, Käfer, Bienen, Wanzen, Fliegen, Schmetterlinge u. s. w.) von einer einzigen gemeinsamen Elternform, einem StammInsekt abstammen, welches zwei entwickelte Flügelthiere und drei Beinpaare besaß. Nun giebt es aber sehr zahlreiche Insekten, bei denen entweder eines oder beide Flügelpaare mehr oder minder rückgebildet, und viele, bei denen sie sogar völlig verschwunden sind. In der ganzen Ordnung der Fliegen oder Dipteren z. B. ist das hintere Flügelpaar, bei den Drehflüglern oder Strepsipteren dagegen das vordere Flügelpaar verkümmert oder fast ganz verloren. Außerdem finden Sie in jeder Insektenordnung einzelne Gattungen oder Arten, bei denen die Flügel mehr oder minder rückgebildet oder verschwunden sind. Insbesondere ist letzteres bei Parasiten der Fall. Oft sind die Weibchen flügellos, während die Männchen geflügelt sind, z. B. bei den Leuchtkäfern oder Johanniskäfern (Lampyris), bei den Strepsipteren u. s. w. Offenbar ist diese theilweise oder gänzliche Rückbildung der Insektenflügel durch natürliche Züchtung im Kampf um's Dasein entstanden. Denn

wir finden die Inſekten vorzugsweiſe dort ohne Flügel, wo das Fliegen ihnen nutzlos oder ſogar entſchieden ſchädlich ſein würde. Wenn z. B. Inſekten, welche Inſeln bewohnen, viel und gut fliegen, ſo kann es leicht vorkommen, daß ſie beim Fliegen durch den Wind in das Meer geweht werden, und wenn (wie es immer der Fall iſt) das Flugvermögen individuell verſchieden entwickelt iſt, ſo haben die ſchlechtfliegenden Individuen einen Vorzug vor den gutfliegenden; ſie werden weniger leicht in das Meer geweht, und bleiben länger am Leben als die gutfliegenden Individuen derſelben Art. Im Verlaufe vieler Generationen muß durch die Wirkſamkeit der natürlichen Züchtung dieſer Umſtand nothwendig zu einer vollſtändigen Verkümmerung der Flügel führen. Wir hätten uns dieſen Schluß rein theoretiſch entwickeln können und finden ihn nun durch viele Beobachtungen beſtätigt. In der That iſt auf iſolirt gelegenen Inſeln das Verhältniß der flügelloſen Inſekten zu den mit Flügeln verſehenen ganz auffallend groß, viel größer als bei den Inſekten des Feſtlandes. So ſind z. B. nach Wollaſton von den 550 Käferarten, welche die Inſel Madeira bewohnen, 200 flügellos oder mit ſo unvollkommenen Flügeln verſehen, daß ſie nicht mehr fliegen können; und von 29 Gattungen, welcher jener Inſel ausſchließlich eigenthümlich ſind, enthalten nicht weniger als 23 nur ſolche Arten. Offenbar iſt dieſer merkwürdige Umſtand nicht durch die beſondere Weisheit des Schöpfers zu erklären, ſondern durch die natürliche Züchtung, indem hier der erbliche Nichtgebrauch der Flügel, die Abgewöhnung des Fliegens im Kampfe mit den gefährlichen Winden, den trägeren Käfern einen großen Vortheil im Kampfe um's Daſein gewährte. Bei anderen flügelloſen Inſekten war der Flügelmangel aus anderen Gründen vortheilhaft. An ſich betrachtet iſt der Verluſt der Flügel ein Rückſchritt; aber für den Organismus unter dieſen beſonderen Lebensverhältniſſen iſt er ein Vortheil im Kampf um's Daſein.

Von anderen rudimentären Organen will ich hier noch beiſpielsweiſe die Lungen der Schlangen und der ſchlangenartigen Eidechſen erwähnen. Alle Wirbelthiere, welche Lungen beſitzen, Amphibien,

Reptilien, Vögel und Säugethiere, haben ein Paar Lungen, eine rechte und eine linke. Wenn aber der Körper ſich außerordentlich verdünnt und in die Länge ſtreckt, wie bei den Schlangen und ſchlangenartigen Eidechſen, ſo hat die eine Lunge neben der andern nicht mehr Platz, und es iſt für den Mechanismus der Athmung ein offenbarer Vortheil, wenn nur eine Lunge entwickelt iſt. Eine einzige große Lunge leiſtet hier mehr, als zwei kleine neben einander, und daher finden wir bei dieſen Thieren faſt durchgängig die rechte oder die linke Lunge allein ausgebildet. Die andere iſt ganz verkümmert, obwohl als unnützes Rudiment vorhanden. Ebenſo iſt bei allen Vögeln der rechte Eierſtock verkümmert und ohne Function; der linke Eierſtock allein iſt entwickelt und liefert alle Eier.

Daß auch der Menſch ſolche ganz unnütze und überflüßige rudimentäre Organe beſitzt, habe ich bereits im erſten Vortrage erwähnt, und damals die Muskeln, welche die Ohren bewegen, als ſolche angeführt. Außerdem gehört hierher das Rudiment des Schwanzes, welches der Menſch in ſeinen 3—5 Schwanzwirbeln beſitzt, und welches beim menſchlichen Embryo während der beiden erſten Monate der Entwickelung noch frei hervorſteht. (Vgl. Taf. II und III.) Späterhin verbirgt es ſich vollſtändig im Fleiſche. Dieſes verkümmerte Schwänzchen des Menſchen iſt ein unwiderleglicher Zeuge für die unleugbare Thatſache, daß er von geſchwänzten Voreltern abſtammt. Beim Weibe iſt das Schwänzchen gewöhnlich um einen Wirbel länger, als beim Manne. Auch rudimentäre Muskeln ſind am Schwanze des Menſchen noch vorhanden, welche denſelben vormals bewegten.

Ein anderes rudimentäres Organ des Menſchen, welches aber bloß dem Manne zukommt, und welches ebenſo bei ſämmtlichen männlichen Säugethieren ſich findet, ſind die Milchdrüſen an der Bruſt, welche in der Regel bloß beim weiblichen Geſchlechte in Thätigkeit treten. Indeſſen kennt man von verſchiedenen Säugethieren, namentlich vom Menſchen, vom Schafe und von der Ziege, einzelne Fälle, in denen die Milchdrüſen auch beim männlichen Geſchlechte wohl entwickelt waren und Milch zur Ernährung des Jungen lieferten. Daß

auch die rudimentären Ohrenmuskeln des Menschen von einzelnen Personen in Folge andauernder Uebung noch zur Bewegung der Ohren verwendet werden können, wurde bereits früher erwähnt (S. 12). Ueberhaupt sind die rudimentären Organe bei verschiedenen Individuen derselben Art oft sehr verschieden entwickelt, bei den einen ziemlich groß, bei den anderen sehr klein. Dieser Umstand ist für ihre Erklärung sehr wichtig, ebenso wie der andere Umstand, daß sie allgemeinen bei den Embryonen, oder überhaupt in sehr früher Lebenszeit, viel größer und stärker im Verhältniß zum übrigen Körper sind, als bei den ausgebildeten und erwachsenen Organismen. Insbesondere ist dies leicht nachzuweisen an den rudimentären Geschlechtsorganen der Pflanzen (Staubfäden und Griffeln), welche ich früher bereits angeführt habe. Diese sind verhältnißmäßig viel größer in der jungen Blüthenknospe als in der entwickelten Blüthe.

Schon damals (S. 14) bemerkte ich, daß die rudimentären oder verkümmerten Organe zu den stärksten Stützen der monistischen oder mechanistischen Weltanschauung gehören. Wenn die Gegner derselben, die Dualisten und Teleologen, das ungeheure Gewicht dieser Thatsachen begriffen, müßten sie dadurch zur Verzweiflung gebracht werden. Die lächerlichen Erklärungsversuche derselben, daß die rudimentären Organe vom Schöpfer „der Symmetrie halber" oder „zur formalen Ausstattung" oder „aus Rücksicht auf seinen allgemeinen Schöpfungsplan" den Organismen verliehen seien, beweisen zur Genüge die völlige Ohnmacht jener verkehrten Weltanschauung. Ich muß hier wiederholen, daß, wenn wir auch gar Nichts von den übrigen Entwickelungserscheinungen wüßten, wir ganz allein schon auf Grund der rudimentären Organe die Descendenztheorie für wahr halten müßten. Kein Gegner derselben hat vermocht, auch nur einen schwachen Schimmer von einer annehmbaren Erklärung auf diese äußerst merkwürdigen und bedeutenden Erscheinungen fallen zu lassen. Es giebt beinahe keine irgend höher entwickelte Thier- oder Pflanzenform, die nicht irgend welche rudimentäre Organe hätte, und fast immer läßt sich nachweisen, daß dieselben Produkte der natürlichen Züchtung

TAYLOR INST. OXFORD

ſind, daß ſie durch Nichtgebrauch oder durch Abgewöhnung verkümmert ſind. Es iſt der umgekehrte Bildungsproceß, wie wenn neue Organe durch Angewöhnung an beſondere Lebensbedingungen und den Gebrauch eines noch unentwickelten Theiles entſtehen. Zwar wird gewöhnlich von unſern Gegnern behauptet, daß die Entſtehung ganz neuer Theile ganz und gar nicht durch die Deſcendenztheorie zu erklären ſei. Indeſſen kann ich Ihnen verſichern, daß dieſe Erklärung für denjenigen, der vergleichend-anatomiſche und phyſiologiſche Kenntniſſe beſitzt, nicht die mindeſte Schwierigkeit hat. Jeder, der mit der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeſchichte vertraut iſt, findet in der Entſtehung ganz neuer Organe ebenſo wenig Schwierigkeit, als hier auf der anderen Seite in dem völligen Schwunde der rudimentären Organe. Das Vergehen der letzteren iſt an ſich betrachtet das Gegentheil vom Entſtehen der erſteren. Beide Proceſſe ſind Differenzirungserſcheinungen, die wir gleich allen übrigen ganz einfach und mechaniſch aus der Wirkſamkeit der natürlichen Züchtung im Kampf um das Daſein erklären können.

Die unendlich wichtige Betrachtung der rudimentären Organe und ihre Entſtehung, die Vergleichung ihrer paläontologiſchen und ihrer embryologiſchen Entwickelung führt uns jetzt naturgemäß zur Erwägung einer der wichtigſten und größten biologiſchen Erſcheinungsreihen, nämlich des Parallelismus, welchen uns die Fortſchritts- und Divergenzerſcheinungen in dreifach verſchiedener Beziehung darbieten. Als wir im Vorhergehenden von Vervollkommnung und Arbeitstheilung ſprachen, verſtanden wir darunter diejenigen Fortſchritts- und Sonderungsbewegungen, und diejenigen dadurch bewirkten Umbildungen, welche in dem langen und langſamen Verlaufe der Erdgeſchichte zu einer beſtändigen Veränderung der Flora und Fauna, zu einem Entſtehen neuer und Vergehen alter Thier- und Pflanzenarten geführt haben. Ganz denſelben Erſcheinungen des Fortſchritts und der Differenzirung begegnen wir nun aber auch, und zwar in derſelben Reihenfolge, wenn wir die Entſtehung, die Entwickelung und den Lebenslauf jedes einzelnen organiſchen Individuums verfolgen. Die

individuelle Entwickelung oder die Ontogeneſis jedes einzelnen Organismus vom Ei an aufwärts bis zur vollendeten Form, beſteht in nichts anderem, als im Wachsthum und in einer Reihe von Differenzirungs- und Fortſchrittsbewegungen. Dies gilt in gleicher Weiſe von den Thieren, wie von den Pflanzen und Protiſten. Wenn Sie z. B. die Ontogenie oder die Keimesgeſchichte verſchiedener Säugethiere, des Menſchen, des Affen, des Hundes, des Schafes u. ſ. w. vergleichen, ſo finden Sie überall weſentlich dieſelben Erſcheinungen. Jedes dieſer Thiere entwickelt ſich urſprünglich aus einer einfachen Zelle, dem Ei. Die Zelle vermehrt ſich durch Theilung, bildet einen Zellenhaufen, und durch Wachsthum dieſes Zellenhaufens, durch ungleichartige Ausbildung der urſprünglich gleichartigen Zellen, durch Arbeitstheilung und Vervollkommnung derſelben, entſteht der vollkommene Organismus, deſſen verwickelte Zuſammenſetzung wir bewundern.

Hier ſcheint es mir nun unerläßlich, Ihre beſondere Aufmerkſamkeit auf jene unendlich wichtigen und intereſſanten Vorgänge hinzulenken, welche die Ontogeneſis oder die individuelle Entwickelung der Organismen, und ganz vorzüglich diejenige der Wirbelthiere mit Einſchluß des Menſchen begleiten. Ich möchte dieſe außerordentlich merkwürdigen und lehrreichen Erſcheinungen, deren ausführliche Darſtellung Sie in meiner „Anthropogenie“[35]) finden, ganz beſonders Ihrem eingehendſten Nachdenken empfehlen; einerſeits, weil dieſelben zu den ſtärkſten Stützen der Deſcendenztheorie und der moniſtiſchen Weltanſchauung gehören, andererſeits, weil ſie bisher nur von Wenigen entſprechend ihrer unermeßlichen allgemeinen Bedeutung gewürdigt worden ſind.

Man muß in der That erſtaunen, wenn man die tiefe Unkenntniß erwägt, welche noch gegenwärtig in den weiteſten Kreiſen über die Thatſachen der individuellen Entwickelung des Menſchen und der Organismen überhaupt herrſcht. Dieſe Thatſachen, deren allgemeine Bedeutung man nicht hoch genug anſchlagen kann, wurden in ihren wichtigſten Grundzügen ſchon vor mehr als einem Jahrhundert, im Jahre 1759, von dem großen deutſchen Naturforſcher Caspar Frie-

drich Wolff in ſeiner claſſiſchen „Theoria generationis“ feſtgeſtellt. Aber gleichwie Lamarck's 1809 begründete Deſcendenztheorie ein halbes Jahrhundert hindurch ſchlummerte und erſt 1859 durch Darwin zu neuem unſterblichem Leben erweckt wurde, ſo blieb auch Wolff's Theorie der Epigeneſis faſt ein halbes Jahrhundert hindurch unbekannt, und erſt nachdem Oken 1806 ſeine Entwickelungsgeſchichte des Darmkanals veröffentlicht und Meckel 1812 Wolff's Arbeit über denſelben Gegenſtand in's Deutſche überſetzt hatte, wurde Wolff's Theorie allgemeiner bekannt und bildete ſeitdem die Grundlage aller folgenden Unterſuchungen über individuelle Entwickelungsgeſchichte. Das Studium der Ontogeneſis nahm nun einen mächtigen Aufſchwung, und bald erſchienen die claſſiſchen Unterſuchungen der beiden Freunde Chriſtian Pander (1817) und Carl Ernſt Bär (1819). Insbeſondere wurde durch Bär's epochemachende „Entwickelungsgeſchichte der Thiere“ [20]) die Ontogenie der Wirbelthiere in allen ihren bedeutendſten Thatſachen durch ſo vortreffliche Beobachtungen feſtgeſtellt, und durch ſo vorzügliche philoſophiſche Reflexionen erläutert, daß ſie für das Verſtändniß dieſer wichtigſten Thiergruppe, zu welcher ja auch der Menſch gehört, die unentbehrliche Grundlage wurde. Jene Thatſachen würden für ſich allein ſchon ausreichen, die Frage von der Stellung des Menſchen in der Natur und ſomit das höchſte aller Probleme zu löſen. Betrachten Sie aufmerkſam und vergleichend die acht Figuren, welche auf den nachſtehenden Tafeln II und III abgebildet ſind, und Sie werden erkennen, daß man die philoſophiſche Bedeutung der Embryologie nicht hoch genug anſchlagen kann. (Siehe S. 272, 273.)

Nun darf man wohl fragen: Was wiſſen unſere ſogenannten „gebildeten“ Kreiſe, die auf die hohe Kultur des neunzehnten Jahrhunderts ſich ſo Viel einbilden, von dieſen wichtigſten biologiſchen Thatſachen, von dieſen unentbehrlichen Grundlagen für das Verſtändniß ihres eigenen Organismus? Was wiſſen unſere ſpeculativen Philoſophen und Theologen davon, welche durch reine Speculationen oder durch göttliche Inſpirationen das Verſtändniß des menſchlichen

Organismus gewinnen zu können meinen? Ja, was wiſſen ſelbſt die meiſten Naturforſcher davon, die Mehrzahl der ſogenannten „Zoologen“ (mit Einſchluß der Entomologen!) nicht ausgenommen?

Die Antwort auf dieſe Frage fällt ſehr beſchämend aus, und wir müſſen wohl oder übel eingeſtehen, daß jene unſchätzbaren Thatſachen der menſchlichen Keimesgeſchichte noch heute den Meiſten ganz unbekannt ſind. Selbſt von Vielen, welche ſie kennen, werden ſie doch keineswegs in gebührender Weiſe gewürdigt. Hierbei werden wir deutlich gewahr, auf welchem ſchiefen und einſeitigen Wege ſich die vielgerühmte Bildung des neunzehnten Jahrhunderts noch gegenwärtig befindet. Unwiſſenheit und Aberglauben ſind die Grundlagen, auf denen ſich die meiſten Menſchen das Verſtändniß ihres eigenen Organismus und ſeiner Beziehungen zur Geſammtheit der Dinge aufbauen, und jene handgreiflichen Thatſachen der Entwickelungsgeſchichte, welche das Licht der Wahrheit darüber verbreiten könnten, werden ignorirt. Allerdings ſind dieſe bedeutungsvollen Thatſachen nicht geeignet, Wohlgefallen bei denjenigen zu erregen, welche einen durchgreifenden Unterſchied zwiſchen dem Menſchen und der übrigen Natur annehmen und namentlich den thieriſchen Urſprung des Menſchengeſchlechts nicht zugeben wollen. Insbeſondere müſſen bei denjenigen Völkern, bei denen in Folge von falſcher Auffaſſung der Erblichkeitsgeſetze eine erbliche Kaſteneintheilung exiſtirt, die Mitglieder der herrſchenden privilegirten Kaſten dadurch ſehr unangenehm berührt werden. Bekanntlich geht heute noch in vielen Kulturländern die erbliche Abſtufung der Stände ſo weit, daß z. B. der Adel ganz anderer Natur, als der Bürgerſtand zu ſein glaubt, und daß Edelleute, welche ein entehrendes Verbrechen begehen, zur Strafe dafür aus der Adelskaſte ausgeſtoßen und in die Pariakaſte des „gemeinen“ Bürgerſtandes hinabgeſchleudert werden. Was ſollen dieſe Edelleute noch von dem Vollblut, das in ihren privilegirten Adern rollt, denken, wenn ſie erfahren, daß alle menſchlichen Embryonen, adelige ebenſo wie bürgerliche, während der erſten beiden Monate der Entwickelung von den geſchwänzten Embryonen des Hundes und anderer Säugethiere kaum zu unterſcheiden ſind?

Da die Abſicht dieſer Vorträge lediglich iſt, die allgemeine Erkenntniß der natürlichen Wahrheiten zu fördern, und eine naturgemäße Anſchauung von den Beziehungen des Menſchen zur übrigen Natur in weiteren Kreiſen zu verbreiten, ſo werden Sie es hier gewiß gerechtfertigt finden, wenn ich jene weit verbreiteten Vorurtheile von einer privilegirten Ausnahmeſtellung des Menſchen in der Schöpfung nicht berückſichtige. Vielmehr werde ich Ihnen einfach die embryologiſchen Thatſachen vorführen, aus denen Sie ſelbſt ſich die Schlüſſe von der Grundloſigkeit jener Vorurtheile bilden können. Ich möchte Sie um ſo mehr bitten, über dieſe Thatſachen der Keimesgeſchichte eingehend nachzudenken, als es meine feſte Ueberzeugung iſt, daß die allgemeine Kenntniß derſelben nur die intellectuelle Veredelung und ſomit die geiſtige Vervollkommnung des Menſchengeſchlechts fördern kann.

Aus dem unendlich reichen und intereſſanten Erfahrungsmaterial, das uns die Keimesgeſchichte der Wirbelthiere bietet, will ich zunächſt einige Thatſachen hervorheben, welche ſowohl für die Deſcendenztheorie im Allgemeinen, als für deren Anwendung auf den Menſchen von der höchſten Bedeutung ſind. Der Menſch iſt im Beginn ſeiner individuellen Exiſtenz ein einfaches Ei, eine einzige kleine Zelle, ſo gut wie jeder andere thieriſche Organismus, welcher auf dem Wege der geſchlechtlichen Zeugung entſteht. Das menſchliche Ei iſt weſentlich demjenigen aller anderen Säugethiere gleich, und namentlich von dem Ei der höheren Säugethiere abſolut nicht zu unterſcheiden. Das in Fig. 5 abgebildete Ei könnte ebenſo gut vom Menſchen oder vom Affen, als vom Hunde, vom Pferde oder irgend einem anderen höheren Säugethiere herrühren. Nicht allein die Form und Structur, ſondern auch die Größe des Eies iſt bei den meiſten Säugethieren dieſelbe wie beim Menſchen, nämlich ungefähr $^1/_{10}$‴ Durchmeſſer, der 120ſte Theil eines Zolles, ſo daß man das Ei unter günſtigen Umſtänden mit bloßem Auge eben als ein feines Pünktchen wahrnehmen kann. Die Unterſchiede, welche zwiſchen den Eiern der verſchiedenen Säugethiere und Menſchen wirklich vorhanden ſind, beſtehen nicht in der Formbildung, ſondern in der chemi-

ſchen Miſchung, in der molekularen Zuſammenſetzung der eiweißartigen Kohlenſtoffverbindung, aus welcher das Ei weſentlich beſteht. Dieſe feinen individuellen Unterſchiede aller Eier, welche auf der indirecten oder potentiellen Anpaſſung (und zwar ſpeciell auf dem Geſetze der individuellen Anpaſſung) beruhen, ſind zwar für die außerordentlich groben Erkenntnißmittel des Menſchen nicht direct ſinnlich wahrnehmbar, aber durch wohlbegründete indirecte Schlüſſe als die erſten Urſachen des Unterſchiedes aller Individuen erkennbar.

Fig. 5.

Fig. 5. Das Ei des Menſchen, hundertmal vergrößert. *a* Kernkörperchen oder Nucleolus (ſogenannter Keimfleck des Eies); *b* Kern oder Nucleus (ſogenanntes Keimbläschen des Eies); *c* Zellſtoff oder Protoplasma (ſogenannter Dotter des Eies); *d* Zellhaut oder Membrana (Dotterhaut des Eies, beim Säugethier wegen ihrer Durchſichtigkeit Zona pellucida genannt). Die Eier der anderen Säugethiere haben ganz dieſelbe Form.

Das Ei des Menſchen iſt, wie das aller anderen Säugethiere, ein kugeliges Bläschen, welches alle weſentlichen Beſtandtheile einer einfachen organiſchen Zelle enthält (Fig. 5). Der weſentlichſte Theil deſſelben iſt der ſchleimartige Zellſtoff oder das Protoplasma (c), welches beim Ei „Dotter" genannt wird, und der davon umſchloſſene Zellenkern oder Nucleus (b), welcher hier den beſonderen Namen des „Keimbläschens" führt. Der letztere iſt ein zartes, glashelles Eiweißkügelchen von ungefähr $\frac{1}{50}$''' Durchmeſſer, und umſchließt noch ein viel kleineres, ſcharf abgegrenztes rundes Körnchen (a), das Kernkörperchen oder den Nucleolus der Zelle (beim Ei „Keimfleck" genannt). Nach außen iſt die kugelige Eizelle des Säugethiers durch eine dicke, glasartige Haut, die Zellenmembran oder Dotterhaut, abgeſchloſſen, welche hier den beſonderen Namen der Zona pellucida führt (d). Die Eier vieler niederen Thiere (z. B. vieler Meduſen) ſind dagegen nackte Zellen, ohne jede äußere Hülle.

Sobald das Ei (Ovulum) des Säugethieres ſeinen vollen Reifegrad erlangt hat, tritt daſſelbe aus dem Eierſtock des Weibes, in dem

es entſtand, heraus, und gelangt in den Eileiter, und durch dieſe enge Röhre in den weiteren Keimbehälter oder Fruchtbehälter (Uterus). Wird inzwiſchen das Ei durch den entgegenkommenden männlichen Samen (Sperma) befruchtet, ſo entwickelt es ſich in dieſem Behälter weiter zum Keim (Embryon), und verläßt denſelben nicht eher, als bis der Keim vollkommen ausgebildet und fähig iſt, als junges Säugethier durch den Geburtsact in die Welt zu treten.

Die Formveränderungen und Umbildungen, welche das befruchtete Ei innerhalb des Keimbehälters durchlaufen muß, ehe es die Geſtalt des jungen Säugethieres annimmt, ſind äußerſt merkwürdig, und verlaufen vom Anfang an beim Menſchen ganz ebenſo wie bei den übrigen Säugethieren. Zunächſt benimmt ſich das befruchtete Säugethierei gerade ſo, wie ein einzelliger Organismus, welcher ſich auf ſeine Hand ſelbſtſtändig fortpflanzen und vermehren will, z. B. eine Amoebe (vergl. Fig. 2, S. 179). Die einfache Eizelle zerfällt nämlich durch den Proceß der Zellentheilung, welchen ich Ihnen bereits früher beſchrieben habe, in zwei Zellen. (Fig. 6 A)

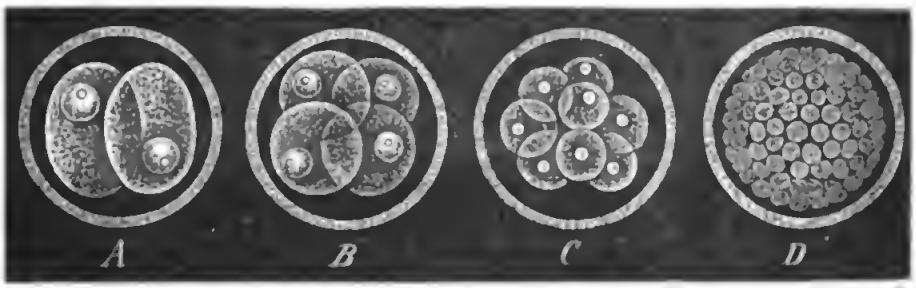


Fig. 6. Erſter Beginn der Entwickelung des Säugethiereies, ſogenannte „Eifurchung" (Vermehrung der Eizelle durch wiederholte Selbſttheilung). *A.* Das Ei zerfällt durch Bildung der erſten Furche in zwei Zellen. *B.* Dieſe zerfallen durch Halbirung in vier Zellen. *C.* Dieſe letzteren ſind in acht Zellen zerfallen. *D.* Durch fortgeſetzte Theilung iſt ein kugeliger Haufen von zahlreichen Zellen entſtanden, die Brombeerform oder der Maulbeerkeim (Morula).

Derſelbe Vorgang der Zellentheilung wiederholt ſich nun mehrmals hinter einander. In der gleichen Weiſe entſtehen aus zwei Zellen (Fig. 6A) vier (Fig. 6B); aus vier werden acht (Fig. 6C), aus acht ſechszehn, aus dieſen zweiunddreißig u. ſ. w. Jedesmal geht die Thei-

lung des Zellkerns oder Nucleus derjenigen des Zellſtoffs oder Protoplasma vorher. Weil die Theilung des letzteren immer mit der Bildung einer oberflächlichen ringförmigen Furche beginnt, nennt man den ganzen Vorgang gewöhnlich die Furchung des Eies, und die Producte deſſelben, die kleinen, durch fortgeſetzte Zweitheilung entſtehenden Zellen die Furchungskugeln. Indeſſen iſt der ganze Vorgang weiter Nichts als eine einfache, oft wiederholte Zellentheilung, und die Produkte deſſelben ſind echte, nackte Zellen. Schließlich entſteht aus der fortgeſetzten Theilung oder „Furchung" des Säugethiereies der ſogenannte Maulbeerkeim (Morula), eine maulbeerförmige oder brombeerförmige Kugel, welche aus ſehr zahlreichen kleinen Kugeln, nackten kernhaltigen Zellen zuſammengeſetzt iſt (Fig. 6D). Dieſe Zellen ſind die Bauſteine, aus denen ſich der Leib des jungen Säugethiers aufbaut. Jeder von uns war einmal eine ſolche einfache, brombeerförmige, aus lauter kleinen Zellen zuſammengeſetzte Kugel, eine Morula.

Die weitere Entwickelung des kugeligen Zellenhaufens, welcher den jungen Säugethierkörper jetzt präſentirt, beſteht zunächſt darin, daß derſelbe ſich in eine kugelige Blaſe verwandelt, indem im Inneren ſich Flüſſigkeit anſammelt. Dieſe Blaſe nennt man Keimblaſe (Vesicula blastodermica). Die Wand derſelben iſt anfangs aus lauter gleichartigen Zellen zuſammengeſetzt. Bald aber entſteht an einer Stelle der Wand eine ſcheibenförmige Verdickung, indem ſich hier die Zellen raſch vermehren; und dieſe Verdickung iſt nun die Anlage für den eigentlichen Leib des Keimes oder Embryo, während der übrige Theil der Keimblaſe bloß zur Ernährung des Embryo verwendet wird. Die verdickte Scheibe der Embryonalanlage nimmt bald eine länglich runde und dann, indem rechter und linker Seitenrand ausgeſchweift werden, eine ſohlenförmige oder bisquitförmige Geſtalt an (Fig. 7, Seite 271). In dieſem Stadium der Entwickelung, in der erſten Anlage des Keims oder Embryo, ſind nicht allein alle Säugethiere mit Inbegriff des Menſchen, ſondern ſogar alle Wirbelthiere überhaupt, alle Säugethiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und

Fiſche im Weſentlichen noch gleich; theils kann man ſie gar nicht, theils nur durch ihre Größe, oder durch unweſentliche Formdifferenzen, ſowie durch die Bildung der Eihüllen von einander unterſcheiden. Bei Allen beſteht der ganze Leib aus weiter nichts, als aus zwei dünnen Schichten oder Lagen von einfachen Zellen; dieſe liegen wie zwei runde dünne Blätter über einander und heißen daher die „primären Keimblätter“. Das äußere oder obere Keimblatt iſt das Hautblatt (Exoderma), das innere oder untere hingegen das Darmblatt (Entoderma). Bald verdicken ſich die beiden primären Keimblätter und zerfallen durch Flächenſpaltung in die vier ſecundären Keimblätter. Auch dieſe beſtehen aus weiter Nichts, als aus gleichartigen Zellen; jedes hat aber eine andere Bedeutung für den Aufbau des Wirbelthierkörpers. Aus dem oberen oder äußeren Keimblatt entſteht bloß die äußere Oberhaut (Epidermis) nebſt den Centraltheilen des Nervenſyſtems (Rückenmark und Gehirn); aus dem unteren oder inneren Blatt entſteht bloß die innere zarte Haut (Epithelium), welche den ganzen Darmkanal vom Schlund bis zum After, nebſt allen ſeinen Anhangsdrüſen (Lunge, Leber, Speicheldrüſen u. ſ. w.) auskleidet; aus den zwiſchen jenen gelegenen mittleren beiden Keimblättern entſtehen alle übrigen Organe. (Vergl. über die Vorgänge der Keimes-Entwickelung beim Menſchen und bei den Thieren meine „Anthropogenie“ [15]) und meine „Studien zur Gaſträa-Theorie“ [16]).

Die Vorgänge nun, durch welche aus ſo einfachem Baumaterial, aus den vier einfachen, nur aus Zellen zuſammengeſetzten Keimblättern, die verſchiedenartigen und höchſt verwickelt zuſammengeſetzten Theile des reifen Wirbelthierkörpers entſtehen, ſind erſtens wiederholte Theilungen und dadurch Vermehrung der Zellen, zweitens Arbeitstheilung oder Differenzirung dieſer Zellen, und drittens Verbindung der verſchiedenartig ausgebilden oder differenzirten Zellen zur Bildung der verſchiedenen Organe. So entſteht der ſtufenweiſe Fortſchritt oder die Vervollkommnung, welche in der Ausbildung des embryonalen Leibes Schritt für Schritt zu verfolgen iſt. Die ein-

fachen Embryonalzellen, welche den Wirbelthierkörper zusammensetzen wollen, verhalten sich wie Bürger, welche einen Staat gründen wollen. Die einen ergreifen diese, die anderen jene Thätigkeit, und bilden dieselbe zum Besten des Ganzen aus. Durch diese Arbeitstheilung oder Differenzirung, und die damit im Zusammenhang stehende Vervollkommung (den organischen Fortschritt), wird es dem ganzen Staate möglich, Leistungen zu vollziehen, welche dem einzelnen Individuum unmöglich wären. Der ganze Wirbelthierkörper, wie jeder andere mehrzellige Organismus, ist ein republikanischer Zellenstaat, und daher kann derselbe organische Functionen vollziehen, welche die einzelne Zelle als Einsiedler (z. B. eine Amoebe oder eine einzellige Pflanze) niemals leisten könnte[37]).

Es wird keinem vernünftigen Menschen einfallen, in den zweckmäßigen Einrichtungen, welche zum Wohle des Ganzen und der Einzelnen in jedem menschlichen Staate getroffen sind, die zweckmäßige Thätigkeit eines persönlichen überirdischen Schöpfers erkennen zu wollen. Vielmehr weiß Jedermann, daß jene zweckmäßigen Organisationseinrichtungen des Staates die Folge von dem Zusammenwirken der einzelnen Bürger und ihrer Regierung, sowie von deren Anpassung an die Existenzbedingungen der Außenwelt sind. Ganz ebenso müssen wir aber auch den mehrzelligen Organismus beurtheilen. Auch in diesem sind alle zweckmäßigen Einrichtungen lediglich die natürliche und nothwendige Folge des Zusammenwirkens, der Differenzirung und Vervollkommnung der einzelnen Staatsbürger, der Zellen; und nicht etwa die künstlichen Einrichtungen eines zweckmäßig thätigen Schöpfers. Wenn Sie diesen Vergleich recht erwägen und weiter verfolgen, wird Ihnen deutlich die Verkehrtheit jener dualistischen Naturanschauung klar werden, welche in der Zweckmäßigkeit der Organisation die Wirkung eines schöpferischen Bauplans sucht.

Lassen Sie uns nun die individuelle Entwickelung des Wirbelthierkörpers noch einige Schritte weiter verfolgen, und sehen, was die Staatsbürger dieses embryonalen Organismus zunächst aufangen. In der Mittellinie der geigenförmigen Scheibe, welche aus den vier

zelligen Keimblättern zuſammengeſetzt iſt, entſteht eine gerade feine Furche, die ſogenannte „Primitivrinne“, durch welche der geigenförmige Leib in zwei gleiche Seitenhälften abgetheilt wird, ein rechtes und ein linkes Gegenſtück oder Antimer. Beiderſeits jener Rinne oder Furche erhebt ſich das obere oder äußere Keimblatt in Form einer Längsfalte, und beide Falten wachſen dann über der Rinne in der Mittellinie zuſammen und bilden ſo ein cylindriſches Rohr. Dieſes Rohr heißt das Markrohr oder Medullarrohr, weil es die Anlage des Centralnervenſyſtems, des Rückenmarks (Medulla spinalis) iſt. Anfangs iſt daſſelbe vorn und hinten zugeſpitzt, und ſo bleibt daſſelbe bei den niederſten Wirbelthieren, den gehirnloſen und ſchädelloſen Lanzetthieren (Amphioxus) zeitlebens. Bei allen übrigen Wirbelthieren aber, die wir von letzteren als Schädelthiere oder Kranioten unterſcheiden, wird alsbald ein Unterſchied zwiſchen vorderem und hinterem Ende des Medullarrohrs ſichtbar, indem das erſtere ſich aufbläht und in eine rundliche Blaſe, die Anlage des Gehirns verwandelt.

Bei allen Kranioten, d. h. bei allen mit Schädel und Gehirn verſehenen Wirbelthieren, zerfällt das Gehirn, welches anfangs bloß die blaſenförmige Auftreibung vom vorderen Ende des Rückenmarks iſt, bald in fünf hinter einander liegende Blaſen, indem ſich vier oberflächliche quere Einſchnürungen bilden. Dieſe fünf Hirnblaſen, aus denen ſich ſpäterhin alle verſchiedenen Theile des ſo verwickelt gebauten Gehirns hervorbilden, ſind an dem in Fig. 7 abgebildeten Embryo in ihrer urſprünglichen Anlage zu erblicken. Es iſt ganz gleich, ob wir den Embryo eines Hundes, eines Huhnes, einer Schildkröte oder irgend eines anderen höheren Wirbelthieres betrachten. Denn die Embryonen der verſchiedenen Schädelthiere (mindeſtens der drei höheren Klaſſen, der Reptilien, Vögel und Säugethiere) ſind in dem, Fig. 7 dargeſtellten Stadium noch gar nicht zu unterſcheiden. Die ganze Körperform iſt noch höchſt einfach, eine dünne, blattförmige Scheibe. Geſicht, Beine, Eingeweide u. ſ. w. fehlen noch gänzlich. Aber die fünf Hirnblaſen ſind ſchon deutlich von einander abgeſetzt.

Fig. 7.

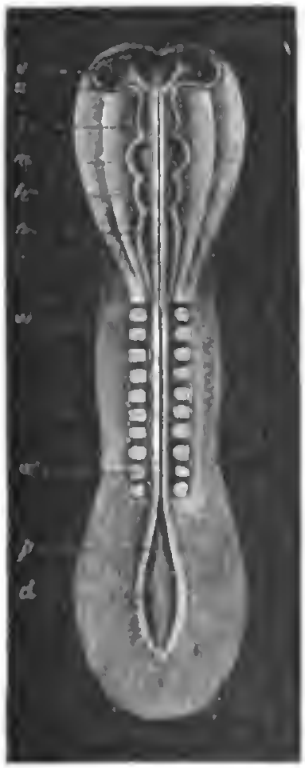


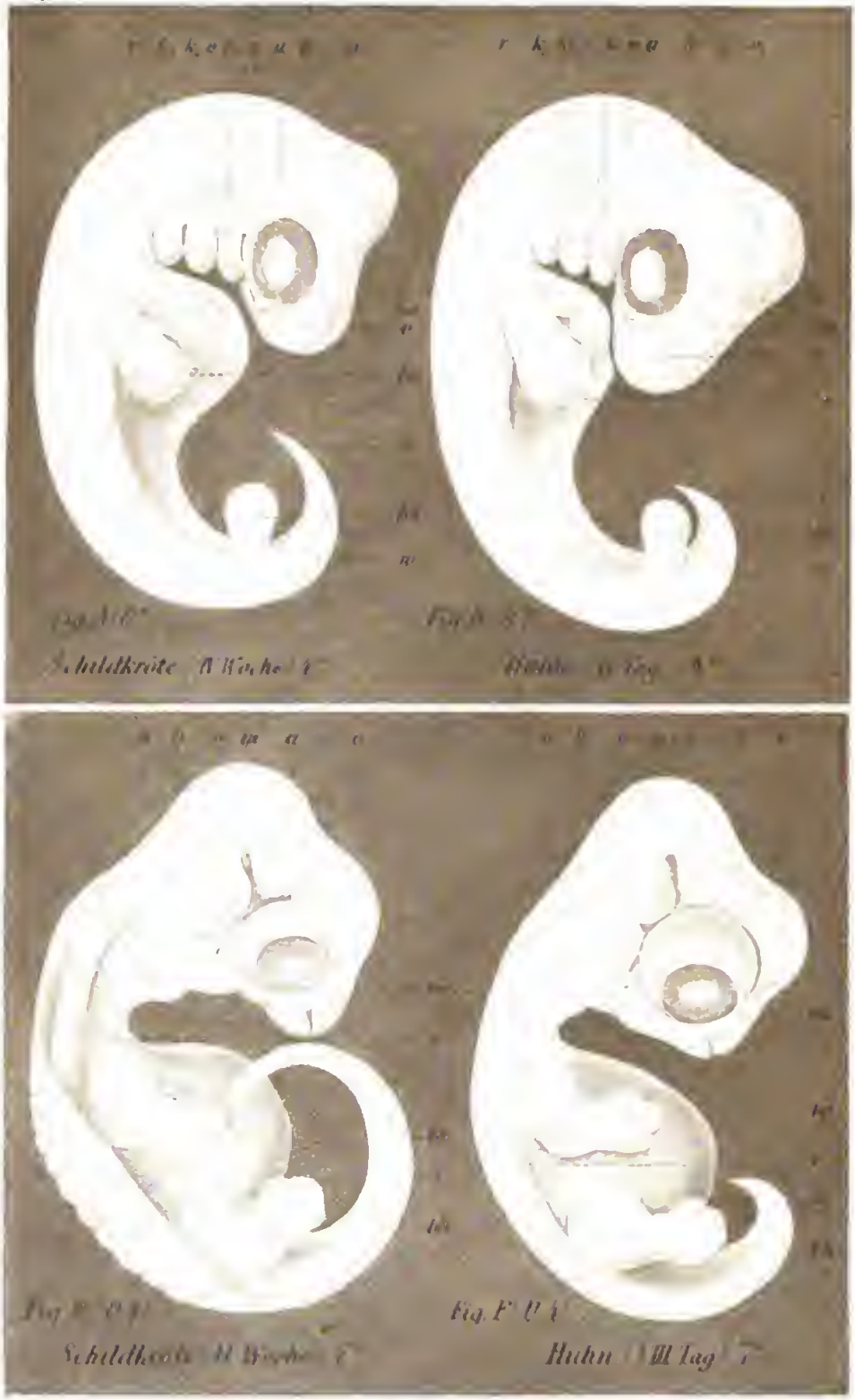
Fig. 7. Embryo eines Säugethieres oder Vogels, in dem ſoeben die fünf Hirnblaſen angelegt ſind. *v* Vorderhirn. *z* Zwiſchenhirn. *m* Mittelhirn. *h* Hinterhirn. *n* Nachhirn. *p* Rückenmark. *a* Augenblaſen. *w* Urwirbel. *d* Rückenſtrang oder Chorda.

Die erſte Blaſe, das Vorderhirn (v) iſt inſofern die wichtigſte, als ſie vorzugsweiſe die ſogenannten großen Hemiſphären, oder die Halbkugeln des großen Gehirns bildet, desjenigen Theiles, welcher der Sitz der höheren Geiſtesthätigkeiten iſt. Je höher dieſe letzteren ſich bei dem Wirbelthier entwickeln, deſto mehr wachſen die beiden Seitenhälften des Vorderhirns oder die großen Hemiſphären auf Koſten der vier übrigen Blaſen und legen ſich von vorn und oben her über die anderen herüber. Beim Menſchen, wo ſie verhältnißmäßig am ſtärkſten entwickelt ſind, entſprechend der höheren Geiſtesentwickelung, bedecken ſie ſpäter die übrigen Theile von oben her faſt ganz. (Vergl. Taf. II und III.) Die zweite Blaſe, das Zwiſchenhirn (z) bildet beſonders denjenigen Gehirntheil, welchen man Sehhügel nennt, und ſteht in der nächſten Beziehung zu den Augen (a), welche als zwei Blaſen rechts und links aus dem Vorderhirn hervorwachſen und ſpäter am Boden des Zwiſchenhirns liegen. Die dritte Blaſe, das Mittelhirn (m) geht größtentheils in der Bildung der ſogenannten Vierhügel auf, eines hochgewölbten Gehirntheiles, welcher beſonders bei den Reptilien und bei den Vögeln ſtark ausgebildet iſt (Fig. E, F, Taf. II), während er bei den Säugethieren viel mehr zurücktritt (F. G, H, Taf. III). Die vierte Blaſe, das Hinterhirn (h) bildet die ſogenannten kleinen Hemiſphären oder die Halbkugeln nebſt dem Mitteltheil des kleinen Gehirns (Cerebellum), einen Gehirntheil, über deſſen Bedeutung

man die widerſprechendſten Vermuthungen hegt, der aber vorzugsweiſe die Coordination der Bewegungen zu regeln ſcheint. Endlich die fünfte Blaſe, das Nachhirn (n), bildet ſich zu demjenigen ſehr wichtigen Theile des Centralnervenſyſtems aus, welchen man das Nackenmark oder das verlängerte Mark (Medulla oblongata) nennt. Es iſt das Centralorgan der Athembewegungen und anderer wichtiger Functionen, und ſeine Verletzung führt ſofort den Tod herbei, während man die großen Hemiſphären des Vorderhirns (oder das Organ der „Seele“ im engeren Sinne) ſtückweiſe abtragen und zuletzt ganz vernichten kann, ohne daß das Wirbelthier deßhalb ſtirbt; nur ſeine höheren Geiſtesthätigkeiten ſchwinden dadurch.

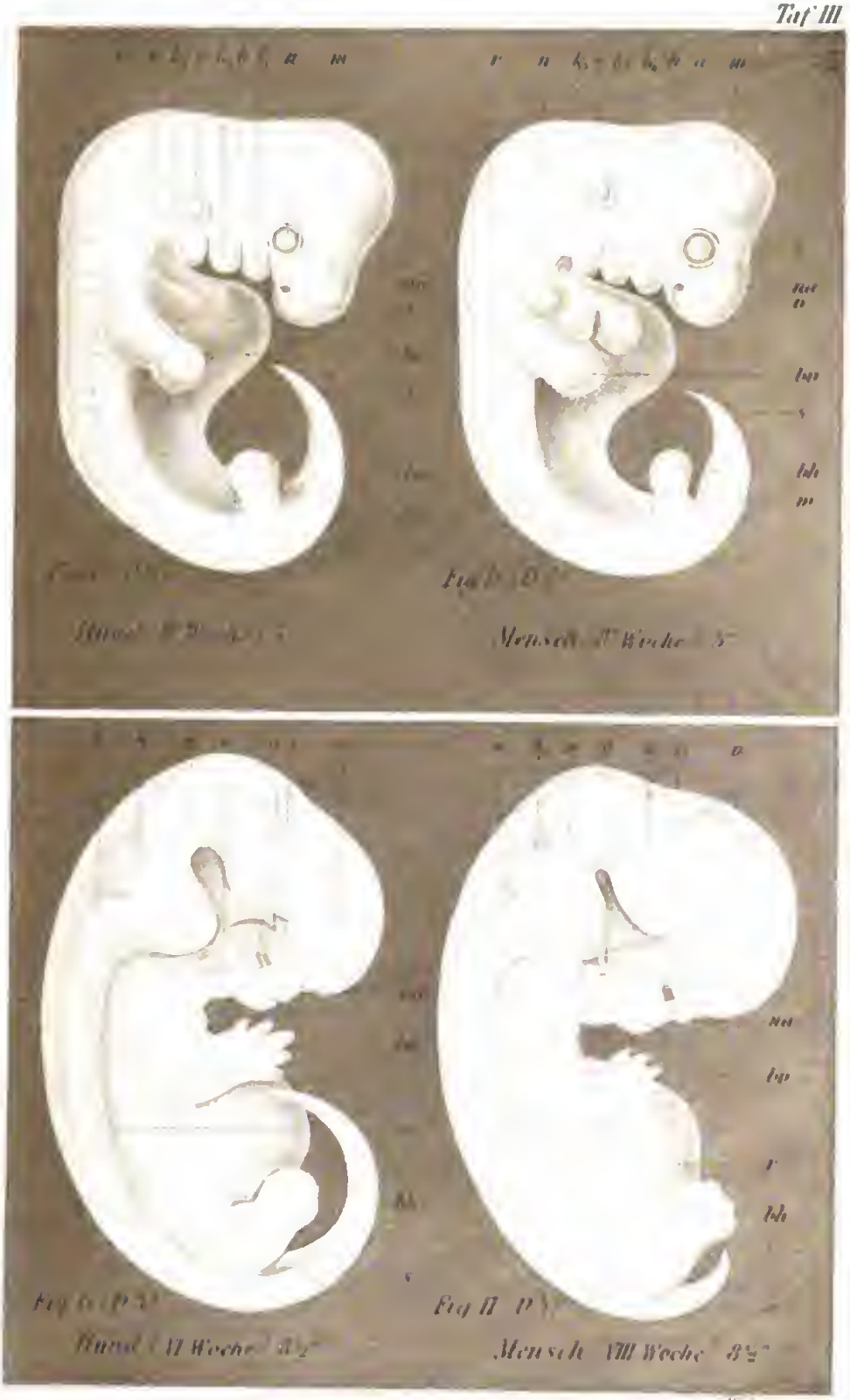
Dieſe fünf Hirnblaſen ſind urſprünglich bei allen Wirbelthieren, die überhaupt ein Gehirn beſitzen, gleichmäßig angelegt, und bilden ſich erſt allmählich bei den verſchiedenen Gruppen ſo verſchiedenartig aus, daß es nachher ſehr ſchwierig iſt, in den ganz entwickelten Gehirnen die gleichen Theile wieder zu erkennen. In dem frühen Entwickelungsſtadium, welches in Fig. 7 dargeſtellt iſt, erſcheint es noch ganz unmöglich, die Embryonen der verſchiedenen Säugethiere, Vögel und Reptilien von einander zu unterſcheiden. Wenn Sie dagegen die viel weiter entwickelten Embryonen auf Taf. II und III mit einander vergleichen, werden Sie ſchon deutlich die ungleichartige Ausbildung erkennen, und namentlich wahrnehmen, daß das Gehirn der beiden Säugethiere (G) und (H) ſchon ſtark von dem der Vögel (F) und Reptilien (E) abweicht. Bei letzteren beiden zeigt bereits das Mittelhirn, bei den erſteren dagegen das Vorderhirn ſein Uebergewicht. Aber auch noch in dieſem Stadium iſt das Gehirn des Vogels (F) von dem der Schildkröte (E) kaum verſchieden, und ebenſo iſt das Gehirn des Hundes (G) demjenigen des Menſchen (H) jetzt noch faſt gleich. Wenn Sie dagegen die Gehirne dieſer vier Wirbelthiere im ausgebildeten Zuſtande mit einander vergleichen, ſo finden Sie dieſelben in allen anatomiſchen Einzelheiten ſo ſehr verſchieden, daß Sie nicht einen Augenblick darüber in Zweifel ſein können, welchem Thiere jedes Gehirn angehört.

Taf. II.



v. Vorderhirn z. Zwischenhirn m Mittelhirn h Hinterhirn
n Nachhirn w Wirbel r Rückenmark.

Taf. III



na Nase a Auge o Ohr k_1 k_2 k_3 hiemenbogen s Schwanz.
bv. Vorderbein bh. Hinterbein.

Ich habe Ihnen hier die urſprüngliche Gleichheit und die erſt allmählich eintretende und dann immer wachſende Sonderung oder Differenzirung des Embryo bei den verſchiedenen Wirbelthieren ſpeciell an dem Beiſpiele des Gehirns erläutert, weil gerade dieſes Organ der Seelenthätigkeit von ganz beſonderem Intereſſe iſt. Ich hätte aber eben ſo gut das Herz oder die Gliedmaßen, kurz jeden anderen Körpertheil ſtatt deſſen anführen können, da ſich immer daſſelbe Schöpfungswunder hier wiederholt: nämlich die Thatſache, daß alle Theile urſprünglich bei den verſchiedenen Wirbelthieren gleich ſind, und daß erſt allmählich ihre Verſchiedenheiten ſich ausbilden. In meinen Vorträgen über „Entwickelungsgeſchichte des Menſchen“[56]) finden Sie den Beweis für jedes einzelne Organ geführt.

Es giebt gewiß wenige Körpertheile, welche ſo verſchiedenartig ausgebildet ſind, wie die Gliedmaßen oder Extremitäten der verſchiedenen Wirbelthiere. (Vergl. Taf. IV, S. 363, und deren Erklärung im Anhang.) Nun bitte ich Sie, in Fig. A—H auf Taf. II und III die vorderen Extremitäten (b v) der verſchiedenen Embryonen mit einander zu vergleichen, und Sie werden kaum im Stande ſein, irgend welche bedeutende Unterſchiede zwiſchen dem Arm des Menſchen (H b v), dem Flügel des Vogels (F b v), dem ſchlanken Vorderbein des Hundes (G b v) und dem plumpen Vorderbein der Schildkröte (E b v) zu erkennen. Eben ſo wenig werden Sie bei Vergleichung der hinteren Extremität (b h) in dieſen Figuren herausfinden, wodurch das Bein des Menſchen (H b h) und des Vogels (F b h), das Hinterbein des Hundes (G b h) und der Schildkröte (E b h) ſich unterſcheiden. Vordere ſowohl als hintere Extremitäten ſind jetzt noch kurze und breite Platten, an deren Endausbreitung die Anlagen der fünf Zehen noch durch eine Schwimmhaut verbunden ſind. In einem noch früheren Stadium (Fig. A—D) ſind die fünf Zehen noch nicht einmal angelegt, und es iſt ganz unmöglich, auch nur vordere und hintere Gliedmaßen zu unterſcheiden. Dieſe ſowohl als jene ſind nichts als ganz einfache, rundliche Fortſätze, welche aus der Seite des Rumpfes hervorgeſproßt ſind. In dem frühen Stadium, welches

Fig. 7 darstellt, fehlen dieselben überhaupt noch ganz, und der ganze Embryo ist ein einfacher Rumpf ohne eine Spur von Gliedmaßen.

An den auf Taf. II und III dargestellten Embryonen aus der vierten Woche der Entwickelung (Fig. A—D), in denen Sie jetzt wohl noch keine Spur des erwachsenen Thieres werden erkennen können, möchte ich Sie noch besonders aufmerksam machen auf eine äußerst wichtige Bildung, welche allen Wirbelthieren ursprünglich gemeinsam ist, welche aber späterhin zu den verschiedensten Organen umgebildet wird. Sie kennen gewiß alle die Kiemenbogen der Fische, jene knöchernen Bogen, welche zu drei oder vier hinter einander auf jeder Seite des Halses liegen, und welche die Athmungsorgane der Fische, die Kiemen, tragen (Doppelreihen von rothen Blättchen, welche das Volk „Fischohren" nennt). Diese Kiemenbogen nun sind beim Menschen (D) und beim Hunde (C), beim Huhne (B) und bei der Schildkröte (A) ursprünglich ganz eben so vorhanden, wie bei allen übrigen Wirbelthieren. (In Fig. A—D sind die drei Kiemenbogen der rechten Halsseite mit den Buchstaben k 1, k 2, k 3 bezeichnet.) Allein nur bei den Fischen bleiben dieselben in der ursprünglichen Anlage bestehen und bilden sich zu Athmungsorganen aus. Bei den übrigen Wirbelthieren werden dieselben theils zur Bildung des Gesichts, theils zur Bildung des Gehörorgans verwendet.

Endlich will ich nicht verfehlen, Sie bei Vergleichung der auf Taf. II und III abgebildeten Embryonen nochmals auf das Schwänzchen des Menschen (s) aufmerksam zu machen, welches derselbe mit allen übrigen Wirbelthieren in der ursprünglichen Anlage theilt. Die Auffindung „geschwänzter Menschen" wurde lange Zeit von vielen Monisten mit Sehnsucht erwartet, um darauf eine nähere Verwandtschaft des Menschen mit den übrigen Säugethieren begründen zu können. Und eben so hoben ihre dualistischen Gegner oft mit Stolz hervor, daß der gänzliche Mangel des Schwanzes einen der wichtigsten körperlichen Unterschiede zwischen dem Menschen und den Thieren bilde, wobei sie nicht an die vielen schwanzlosen Thiere dachten, die es wirklich giebt. Nun besitzt aber der Mensch in den ersten Monaten der

Entwickelung eben so gut einen wirklichen Schwanz, wie die nächstverwandten schwanzlosen Affen (Orang, Schimpanse, Gorilla) und wie die Wirbelthiere überhaupt. Während derselbe aber bei den meisten, z. B. beim Hunde (Fig. C, G), im Laufe der Entwickelung immer länger wird, bildet er sich beim Menschen (Fig. D, H) und bei den ungeschwänzten Säugethieren von einem gewissen Zeitpunkt der Entwickelung an zurück und verwächst zuletzt völlig. Indessen ist auch beim ausgebildeten Menschen der Rest des Schwanzes als verkümmetes oder rudimentäres Organ noch in den drei bis fünf Schwanzwirbeln (Vertebrae coccygeae) zu erkennen, welche das hintere oder untere Ende der Wirbelsäule bilden (S. 258).

Die meisten Menschen wollen noch gegenwärtig die wichtigste Folgerung der Descendenztheorie, die paläontologische Entwickelung des Menschen aus affenähnlichen und weiterhin aus niederen Säugethieren nicht anerkennen, und halten eine solche Umbildung der organischen Form für unmöglich. Ich frage Sie aber, sind die Erscheinungen der individuellen Entwickelung des Menschen, von denen ich Ihnen hier die Grundzüge vorgeführt habe, etwa weniger wunderbar? Ist es nicht im höchsten Grade merkwürdig, daß alle Wirbelthiere aus den verschiedensten Klassen, Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere, in den ersten Zeiten ihrer embryonalen Entwickelung geradezu nicht zu unterscheiden sind; und daß selbst viel später noch, in einer Zeit, wo bereits Reptilien und Vögel sich deutlich von den Säugethieren unterscheiden, Hund und Mensch noch beinahe identisch sind? Fürwahr, wenn man jene beiden Entwickelungsreihen mit einander vergleicht, und sich fragt, welche von beiden wunderbarer ist, so muß uns die Ontogenie oder die kurze und schnelle Entwickelungsgeschichte des Individuums viel räthselhafter erscheinen, als die Phylogenie oder die lange und langsame Entwickelungsgeschichte des Stammes. Denn eine und dieselbe großartige Formwandelung und Umbildung wird von der letzteren im Lauf von vielen tausend Jahren, von der ersteren dagegen im Laufe weniger Monate vollbracht. Offenbar ist diese überaus schnelle und

auffallende Umbildung des Individuums in der Ontogeneſis, welche wir thatſächlich durch directe Beobachtung feſtſtellen können, an ſich viel wunderbarer, viel erſtaunlicher, als die entſprechende, aber viel langſamere und allmählichere Umbildung, welche die lange Vorfahrenkette deſſelben Individuums in der Phylogeneſis durchgemacht hat.

Beide Reihen der organiſchen Entwickelung, die Ontogeneſis des Individuums, und die Phylogeneſis des Stammes, zu welchem daſſelbe gehört, ſtehen im innigſten urſächlichen Zuſammenhange. Ich habe dieſe Theorie, welche ich für äußerſt wichtig halte, im zweiten Bande meiner generellen Morphologie [4]) ausführlich zu begründen verſucht und in meiner „Anthropogenie“ [5a]) am Menſchen ſelbſt durchgeführt. Wie ich dort zeigte, iſt die Ontogeneſis, oder die Entwickelung des Individuums, eine kurze und ſchnelle, durch die Geſetze der Vererbung und Anpaſſung bedingte Wiederholung (Recapitulation) der Phylogeneſis oder der Entwickelung des zugehörigen Stammes, d. h. der Vorfahren, welche die Ahnenkette des betreffenden Individuums bilden. Dieſer fundamentale Satz iſt das wichtigſte allgemeine Geſetz der organiſchen Entwickelung, das biogenetiſche Grundgeſetz. (Vergl. meine „Studien zur Gaſträa-Theorie“, 1877, S. 70.)

In dieſem innigen Zuſammenhang der Keimes- und Stammesgeſchichte erblicke ich einen der wichtigſten und unwiderleglichſten Beweiſe der Deſcendenztheorie. Es vermag Niemand dieſe Erſcheinungen zu erklären, wenn er nicht auf die Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze zurückgeht; durch dieſe erſt ſind ſie erklärlich. Ganz beſonders verdienen dabei die Geſetze unſere Beachtung, welche wir früher als die Geſetze der abgekürzten, der gleichzeitlichen und der gleichörtlichen Vererbung erläutert haben. Indem ſich ein ſo hochſtehender und verwickelter Organismus, wie es der menſchliche oder der Organismus jedes anderen Säugethiers iſt, von jener einfachen Zellenſtufe an aufwärts erhebt, indem er fortſchreitet in ſeiner Differenzirung und Vervollkommnung, durchläuft er dieſelbe Reihe von Umbildungen, welche ſeine thieriſchen Ahnen vor undenklichen

Zeiten, während ungeheurer Zeiträume durchlaufen haben. Schon früher habe ich auf dieſen äußerſt wichtigen Parallelismus der individuellen und Stammesentwickelung hingewieſen (S. 10). Gewiſſe, ſehr frühe und tief ſtehende Entwickelungsſtadien des Menſchen und der höheren Wirbelthiere überhaupt entſprechen durchaus gewiſſen Bildungen, welche zeitlebens bei niederen Fiſchen fortdauern. Es folgt dann eine Umbildung des fiſchähnlichen Körpers zu einem amphibienartigen. Viel ſpäter erſt entwickelt ſich aus dieſem der Säugethierkörper mit ſeinen beſtimmten Charakteren, und man kann hier wieder in den auf einander folgenden Entwickelungsſtadien eine Reihe von Stufen fortſchreitender Umbildung erkennen, welche offenbar den Verſchiedenheiten verſchiedener Säugethier-Ordnungen und Familien entſprechen. In derſelben Reihenfolge ſehen wir aber auch die Vorfahren des Menſchen und der höheren Säugethiere in der Erdgeſchichte nach einander auftreten: zuerſt Fiſche, dann Amphibien, ſpäter niedere und zuletzt erſt höhere Säugethiere. So läuft die embryonale Entwickelung des Individuums durchaus parallel der paläontologiſchen Entwickelung des ganzen zugehörigen Stammes; und dieſe äußerſt intereſſante und wichtige Erſcheinung iſt einzig und allein durch die Wechſelwirkung der Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze zu erklären.

Das zuletzt angeführte Beiſpiel von dem Parallelismus der paläontologiſchen und der individuellen Entwickelungsreihe lenkt nun unſere Aufmerkſamkeit noch auf eine dritte Entwickelungsreihe, welche zu dieſen beiden in den innigſten Beziehungen ſteht und denſelben ebenfalls im Ganzen parallel läuft. Das iſt nämlich diejenige Entwickelungsreihe von Formen, welche das Unterſuchungsobject der *vergleichenden Anatomie* iſt, und welche wir kurz die *ſyſtematiſche Entwickelung* nennen wollen. Wir verſtehen darunter die Kette von verſchiedenartigen, aber doch verwandten und zuſammenhängenden Formen, welche zu irgend einer Zeit der Erdgeſchichte, alſo z. B. in der Gegenwart, *neben einander* exiſtiren. Indem die vergleichende Anatomie die verſchiedenen ausgebildeten Formen der entwickelten Organismen mit einander vergleicht, ſucht ſie das gemeinſame Ur-

bild zu erkennen, welches den mannichfaltigen Formen der verwandten Arten, Gattungen, Klaſſen u. ſ. w. zu Grunde liegt, und welches durch deren Differenzirung nur mehr oder minder verſteckt wird. Sie ſucht die Stufenleiter des Fortſchritts feſtzuſtellen, welche durch den verſchiedenen Vervollkommnungsgrad der divergenten Zweige des Stammes bedingt iſt. Um bei dem angeführten Beiſpiele zu bleiben, ſo zeigt uns die vergleichende Anatomie, wie die einzelnen Organe und Organſyſteme des Wirbelthierſtammes in den verſchiedenen Klaſſen, Familien und Arten deſſelben ſich ungleichartig entwickelt, differenzirt und vervollkommnet haben. Sie erklärt uns, in welchen Beziehungen die Reihenfolge der Wirbelthierklaſſen von den Fiſchen aufwärts durch die Amphibien zu den Säugethieren, und hier wieder von den niederen zu den höheren Säugethierordnungen, eine aufſteigende Stufenleiter bildet. Welches klare Licht die Erkenntniß dieſer ſtufenweiſen Entwickelung der Organe verbreitet, können Sie aus den vergleichend-anatomiſchen Arbeiten von Goethe, Meckel, Cuvier, Johannes Müller, Gegenbaur und Huxley ſehen[3]).

Die Entwickelungsreihe der ausgebildeten Formen, welche die vergleichende Anatomie in den verſchiedenen Divergenz- und Fortſchrittsſtufen des organiſchen Syſtems nachweiſt, und welche wir die ſyſtematiſche Entwickelungsreihe nannten, iſt parallel der paläontologiſchen Entwickelungsreihe, weil ſie das anatomiſche Reſultat der letzteren betrachtet, und ſie iſt parallel der individuellen Entwickelungsreihe, weil dieſe ſelbſt wiederum der paläontologiſchen parallel iſt. Wenn zwei Parallelen einer dritten parallel ſind, ſo müſſen ſie auch unter einander parallel ſein.

Die mannichfaltige Differenzirung und der ungleiche Grad von Vervollkommnung, welchen die vergleichende Anatomie in der Entwickelungsreihe des Syſtems nachweiſt, iſt weſentlich bedingt durch die zunehmende Mannichfaltigkeit der Exiſtenzbedingungen, denen ſich die verſchiedenen Gruppen im Kampf um das Daſein anpaßten, und durch den verſchiedenen Grad von Schnelligkeit und Vollſtändigkeit, mit welchem dieſe Anpaſſung geſchah. Die conſervativen Gruppen,

welche die ererbten Eigenthümlichkeiten am zähesten festhielten, blieben in Folge dessen auf der tiefsten und rohesten Entwickelungsstufe stehen. Die am schnellsten und vielseitigsten fortschreitenden Gruppen, welche sich den vervollkommneten Existenzbedingungen am bereitwilligsten anpaßten, erreichten selbst den höchsten Vollkommenheitsgrad. Je weiter sich die organische Welt im Laufe der Erdgeschichte entwickelte, desto größer mußte die Divergenz der niederen conservativen und der höheren progressiven Gruppen werden, wie das ja eben so auch aus der Völkergeschichte ersichtlich ist. Hieraus erklärt sich auch die historische Thatsache, daß die vollkommensten Thier- und Pflanzengruppen sich in verhältnißmäßig kurzer Zeit zu sehr bedeutender Höhe entwickelt haben, während die niedrigsten, conservativsten Gruppen durch alle Zeiten hindurch auf der ursprünglichen, rohesten Stufe stehen geblieben, oder nur sehr langsam und allmählich etwas fortgeschritten sind. Auch die Ahnenreihe des Menschen zeigt dies Verhältniß deutlich. Die Haifische der Jetztzeit stehen den Urfischen, welche zu den ältesten Wirbelthierahnen des Menschen gehören, noch sehr nahe, ebenso die heutigen niedersten Amphibien (Kiemenmolche und Salamander) den Amphibien, welche sich aus jenen zunächst entwickelten. Und eben so sind unter den späteren Vorfahren des Menschen die Monotremen und Beutelthiere, die ältesten Säugethiere, zugleich die unvollkommensten Thiere dieser Klasse, die heute noch leben. Die uns bekannten Gesetze der Vererbung und Anpassung genügen vollständig, um diese äußerst wichtige und interessante Erscheinung zu erklären, die man kurz als den Parallelismus der individuellen, der paläontologischen und der systematischen Entwickelung, des betreffenden Fortschrittes und der betreffenden Differenzirung bezeichnen kann. Kein Gegner der Descendenztheorie ist im Stande gewesen, für diese höchst wunderbare Thatsache eine Erklärung zu liefern, während sie sich nach der Descendenztheorie aus den Gesetzen der Vererbung und Anpassung vollkommen erklärt.

Wenn Sie diesen Parallelismus der drei organischen Entwickelungsreihen schärfer in's Auge fassen, so müssen sie noch folgende nä-

here Beſtimmung hinzufügen. Die Ontogenie oder die individuelle Entwickelungsgeſchichte jedes Organismus (Embryologie und Metamorphologie) bildet eine einfache, unverzweigte oder leiterförmige Kette von Formen; und eben ſo derjenige Theil der Phylogenie, welcher die paläontologiſche Entwickelungsgeſchichte der directen Vorfahren jenes individuellen Organismus enthält. Dagegen bildet die ganze Phylogenie, welche uns in dem natürlichen Syſtem jedes organiſchen Stammes oder Phylum entgegentritt, und welche die paläontologiſche Entwickelung aller Zweige dieſes Stammes unterſucht, eine verzweigte oder baumförmige Entwickelungsreihe, einen wirklichen Stammbaum. Unterſuchen Sie vergleichend die entwickelten Zweige dieſes Stammbaums und ſtellen Sie dieſelben nach dem Grade ihrer Differenzirung und Vervollkommnung zuſammen, ſo erhalten Sie die baumförmig verzweigte ſyſtematiſche Entwickelungsreihe der vergleichenden Anatomie. Genau genommen iſt alſo dieſe letztere der ganzen Phylogenie und mithin nur theilweiſe der Ontogenie parallel; denn die Ontogenie ſelbſt iſt nur einem Theile der Phylogenie parallel.

Alle im Vorhergehenden erläuterten Erſcheinungen der organiſchen Entwickelung, insbeſondere dieſer dreifache genealogiſche Parallelismus, und die Differenzirungs- und Fortſchrittsgeſetze, welche in jeder dieſer drei organiſchen Entwickelungsreihen ſichtbar ſind, ſodann die ganze Erſcheinungsreihe der rudimentären Organe, ſind äußerſt wichtige Belege für die Wahrheit der Deſcendenztheorie. Denn ſie ſind nur durch dieſe zu erklären, während die Gegner derſelben auch nicht die Spur einer Erklärung dafür aufbringen können. Ohne die Abſtammungslehre läßt ſich die Thatſache der organiſchen Entwickelung überhaupt nicht begreifen. Wir würden daher gezwungen ſein, auf Grund derſelben Lamarck's Abſtammungstheorie anzunehmen, auch wenn wir nicht Darwin's Züchtungstheorie beſäßen.

Dreizehnter Vortrag.

Entwickelungstheorie des Weltalls und der Erde. Urzeugung. Kohlenstofftheorie. Plastidentheorie.

Entwickelungsgeschichte der Erde. Kant's Entwickelungstheorie des Weltalls oder die kosmologische Gastheorie. Entwickelung der Sonnen, Planeten und Monde. Erste Entstehung des Wassers. Vergleichung der Organismen und Anorgane. Organische und anorgische Stoffe Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzustände. Eiweißartige Kohlenstoffverbindungen. Organische und anorgische Formen. Krystalle und strukturlose Organismen ohne Organe. Stereometrische Grundformen der Krystalle und der Organismen. Organische und anorgische Kräfte. Lebenskraft. Wachsthum und Anpassung bei Krystallen und bei Organismen. Bildungstriebe der Krystalle. Einheit der organischen und anorgischen Natur. Urzeugung oder Archigonie. Autogonie und Plasmogonie. Entstehung der Moneren durch Urzeugung. Entstehung der Zellen aus Moneren. Zellentheorie. Plastidentheorie. Plastiden oder Bildnerinnen. Cytoden und Zellen. Vier verschiedene Arten von Plastiden.

Meine Herren! Durch unsere bisherigen Betrachtungen haben wir vorzugsweise die Frage zu beantworten versucht, durch welche Ursachen neue Arten von Thieren und Pflanzen aus bestehenden Arten hervorgegangen sind. Wir haben diese Frage dahin beantwortet, daß einerseits die Bastardzeugung, andererseits die natürliche Züchtung im Kampf um's Dasein, die Wechselwirkung der Vererbungs- und Anpassungsgesetze völlig genügend ist, um die unendliche Mannichfaltigkeit der verschiedenen, scheinbar zweckmäßig nach einem Bauplane organisirten Thiere und Pflanzen mechanisch zu erzeugen.

Inzwiſchen wird ſich Ihnen ſchon wiederholt die Frage aufgedrängt haben: Wie entſtanden die erſten Organismen, oder der eine urſprüngliche Stammesorganismus, von welchem wir alle übrigen ableiten?

Dieſe Frage hat Lamarck*) durch die Hypotheſe der Urzeugung oder Archigonie beantwortet. Darwin dagegen geht über dieſelbe hinweg, indem er ausdrücklich hervorhebt, daß er „Nichts mit dem Urſprung der geiſtigen Grundkräfte, noch mit dem des Lebens ſelbſt zu ſchaffen habe". Am Schluſſe ſeines Werkes ſpricht er ſich darüber beſtimmter in folgenden Worten aus: „Ich nehme an, daß wahrſcheinlich alle organiſchen Weſen, die jemals auf dieſer Erde gelebt, von irgend einer Urform abſtammen, welcher das Leben zuerſt vom Schöpfer eingehaucht worden iſt". Außerdem beruft ſich Darwin zur Beruhigung Derjenigen, welche in der Deſcendenztheorie den Untergang der ganzen „ſittlichen Weltordnung" erblicken, auf einen berühmten Schriftſteller und Geiſtlichen, welcher ihm geſchrieben hatte: „Er habe allmählich einſehen gelernt, daß es eine ebenſo erhabene Vorſtellung von der Gottheit ſei, zu glauben, daß ſie nur einige wenige, der Selbſtentwickelung in andere und nothwendige Formen fähige Urtypen geſchaffen, als daß ſie immer wieder neue Schöpfungsakte nöthig gehabt habe, um die Lücken auszufüllen, welche durch die Wirkung ihrer eigenen Geſetze entſtanden ſeien." Diejenigen, denen der Glaube an eine übernatürliche Schöpfung ein Gemüthsbedürfniß iſt, können ſich bei dieſer Vorſtellung beruhigen. Sie können jenen Glauben mit der Deſcendenztheorie vereinbaren: denn ſie können in der Erſchaffung eines einzigen urſprünglichen Organismus, der die Fähigkeit beſaß, alle übrigen durch Vererbung und Anpaſſung aus ſich zu entwickeln, wirklich weit mehr Erfindungskraft und Weisheit des Schöpfers bewundern, als in der unabhängigen Erſchaffung der verſchiedenen Arten.

Wenn wir uns in dieſer Weiſe die Entſtehung der erſten irdiſchen Organismen, von denen alle übrigen abſtammen, durch die zweckmäßige und planvolle Thätigkeit eines perſönlichen Schöpfers erklären wollten, ſo würden wir damit auf eine wiſſenſchaftliche Er-

kenntniß derſelben verzichten, und aus dem Gebiete der wahren Wiſſenſchaft auf das gänzlich getrennte Gebiet der dichtenden Glaubenſchaft hinübertreten. Wir würden durch die Annahme eines übernatürlichen Schöpfungsaktes einen Sprung in das Unbegreifliche thun. Ehe wir uns zu dieſem letzten Schritte entſchließen und damit auf eine wiſſenſchaftliche Erkenntniß jenes Vorgangs verzichten, ſind wir jedenfalls zu dem Verſuche verpflichtet, denſelben durch eine mechaniſche Hypotheſe zu beleuchten. Wir müſſen jedenfalls unterſuchen, ob denn wirklich jener Vorgang ſo wunderbar iſt, oder ob wir uns eine haltbare Vorſtellung von einer ganz natürlichen Erſtehung jenes erſten Stammorganismus machen können. Auf das Wunder der Schöpfung würden wir dann gänzlich verzichten können.

Es wird hierbei nothwendig ſein, zunächſt etwas weiter auszuholen und die natürliche Schöpfungsgeſchichte der Erde und, noch weiter zurückgehend, die natürliche Schöpfungsgeſchichte des ganzen Weltalls in ihren allgemeinen Grundzügen zu betrachten. Vermuthlich iſt Ihnen wohl bekannt, daß aus dem Bau der Erde, wie wir ihn gegenwärtig kennen, die Vorſtellung abgeleitet und bis jetzt noch nicht widerlegt iſt, daß das Innere unſerer Erde ſich in einem feurigflüſſigen Zuſtande befindet, und daß die aus verſchiedenen Schichten zuſammengeſetzte feſte Rinde, auf deren Oberfläche die Organismen leben, nur eine ſehr dünne Kruſte oder Schale um den feurigflüſſigen Kern bildet. Zu dieſer Anſchauung ſind wir durch verſchiedene übereinſtimmende Erfahrungen und Schlüſſe gelangt. Zunächſt ſpricht dafür die Erfahrung, daß die Temperatur der Erdrinde nach dem Innern hin ſtetig zunimmt. Je tiefer wir hinabſteigen, deſto höher ſteigt die Wärme des Erdbodens, und zwar in dem Verhältniß, daß auf jede 100 Fuß Tiefe die Temperatur ungefähr um einen Grad zunimmt. In einer Tiefe von 6 Meilen würde demnach bereits eine Hitze von 1500° herrſchen, hinreichend, um die meiſten feſten Stoffe unſerer Erdrinde in geſchmolzenem, feuerflüſſigem Zuſtande zu erhalten. Dieſe Tiefe iſt aber erſt der 286ſte Theil des ganzen Erddurchmeſſers (1717 Meilen). Wir wiſſen ferner, daß Quellen, die

aus beträchtlicher Tiefe hervorkommen, eine ſehr hohe Temperatur beſitzen, und zum Theil ſelbſt das Waſſer im kochenden Zuſtande an die Oberfläche befördern. Sehr wichtige Zeugen ſind endlich die vulkaniſchen Erſcheinungen, das Hervorbrechen feuerflüſſiger Geſteinsmaſſen durch einzelne berſtende Stellen der Erdrinde hindurch. Alle dieſe Erſcheinungen führen uns mit großer Sicherheit zu der wichtigen Annahme, daß die feſte Erdrinde, vergleichbar der Schale eines Apfels, nur einen ganz geringen Bruchtheil von dem ganzen Durchmeſſer der Erdkugel bildet, und daß dieſe ſich noch heute größtentheils in geſchmolzenem oder feuerflüſſigem Zuſtande befindet.

Wenn wir nun auf Grund dieſer Annahme über die einſtige Entwickelungsgeſchichte des Erdballs nachdenken, ſo werden wir folgerichtig noch einen Schritt weiter geführt, nämlich zu der Annahme, daß in früherer Zeit die ganze Erde ein feurigflüſſiger Körper, und daß die Bildung einer dünnen erſtarrten Rinde auf der Oberfläche dieſes Balles erſt ein ſpäterer Vorgang war. Erſt allmählich, durch Ausſtrahlung der inneren Gluthhitze an den kalten Weltraum, verdichtete ſich die Oberfläche des glühenden Erdballs zu einer dünnen Rinde. Daß die Temperatur der Erde früher allgemein eine viel höhere war, wird durch viele Erſcheinungen bezeugt. Unter Anderem ſpricht dafür die gleichmäßige Vertheilung der Organismen in früheren Zeiten der Erdgeſchichte. Während bekanntlich jetzt den verſchiedenen Erdzonen und ihren örtlichen Temperaturen verſchiedene Bevölkerungen von Thieren und Pflanzen entſprechen, war dies früher entſchieden nicht der Fall, und wir ſehen aus der Vertheilung der Verſteinerungen in den älteren Zeiträumen, daß erſt ſehr ſpät, in einer verhältnißmäßig neuen Zeit der organiſchen Erdgeſchichte (im Beginn der ſogenannten cänolithiſchen oder Tertiärzeit), eine Sonderung der Zonen und dem entſprechend auch ihrer organiſchen Bevölkerung ſtattfand. Während der ungeheuer langen Primär- und Secundärzeit lebten tropiſche Pflanzen, welche einen ſehr hohen Temperaturgrad bedürfen, nicht allein in der heutigen heißen Zone unter dem Aequator, ſondern auch in der heutigen gemäßigten und kalten Zone. Auch viele andere Erſcheinun-

gen haben eine allmähliche Abnahme der Temperatur des Erdkörpers im Ganzen, und insbesondere eine erst spät eingetretene Abkühlung der Erdrinde von den Polen her kennen gelehrt. In seinen ausgezeichneten „Untersuchungen über die Entwickelungsgesetze der organischen Welt" hat der vortreffliche Bronn[19]) die zahlreichen geologischen und paläontologischen Beweise dafür zusammengestellt.

Auf diese Erscheinungen einerseits und auf die mathematisch-astronomischen Erkenntnisse vom Bau des Weltgebäudes andererseits gründet sich nun die Theorie, daß die ganze Erde vor undenklicher Zeit, lange vor der ersten Entstehung von Organismen auf derselben, ein feuerflüssiger Ball war. Diese Theorie aber steht wiederum in Uebereinstimmung mit der großartigen Theorie von der Entstehung des Weltgebäudes und speciell unseres Planetensystems, welche auf Grund von mathematischen und astronomischen Thatsachen 1755 unser kritischer Philosoph Kant[20]) aufstellte, und welche später die berühmten Mathematiker Laplace und Herschel ausführlicher begründeten. Diese Kosmogenie oder Entwickelungstheorie des Weltalls steht noch heute in fast allgemeiner Geltung; sie ist durch keine bessere ersetzt worden, und Mathematiker, Astronomen und Geologen haben dieselbe durch mannichfaltige Beweise immer fester zu stützen versucht.

Die Kosmogenie Kant's behauptet, daß das ganze Weltall in unvordenklichen Zeiten ein gasförmiges Chaos bildete. Alle Materien, welche auf der Erde und anderen Weltkörpern gegenwärtig in verschiedenen Dichtigkeitszuständen, in festem, fest-flüssigem, tropfbar-flüssigem und elastisch-flüssigem oder gasförmigem Aggregatzustande sich gesondert finden, bildeten ursprünglich zusammen eine einzige gleichartige, den Weltraum gleichmäßig erfüllende Masse, welche in Folge eines außerordentlich hohen Temperaturgrades in gasförmigem oder luftförmigem, äußerst dünnem Zustande sich befand. Die Millionen von Weltkörpern, welche gegenwärtig auf die verschiedenen Sonnensysteme vertheilt sind, existirten damals noch nicht. Sie entstanden erst in Folge einer allgemeinen Drehbewegung oder Rotation, bei welcher sich eine Anzahl von festeren Massen-

gruppen mehr als die übrige gasförmige Masse verdichteten, und nun auf letztere als Anziehungsmittelpunkte wirkten. So entstand eine Scheidung des chaotischen Urnebels oder Weltgases in eine Anzahl von rotirenden Nebelbällen, welche sich mehr und mehr verdichteten. Auch unser Sonnensystem war ein solcher riesiger gasförmiger Dunstball, dessen Theilchen sich sämmtlich um einen gemeinsamen Mittelpunkt, den Sonnenkern, herumdrehten. Der Nebelball selbst nahm durch die Rotationsbewegung, gleich allen übrigen, eine Sphäroidform oder abgeplattete Kugelgestalt an.

Während die Centripetalkraft die rotirenden Theilchen immer näher an den festen Mittelpunkt des Nebelballs heranzog, und so diesen mehr und mehr verdichtete, war umgekehrt die Centrifugalkraft bestrebt, die peripherischen Theilchen immer weiter von jenem zu entfernen und sie abzuschleudern. An dem Aequatorialrande der an beiden Polen abgeplatteten Kugel war diese Centrifugalkraft am stärksten, und sobald sie bei weitergehender Verdichtung das Uebergewicht über die Centripetalkraft erlangte, löste sich hier eine ringförmige Nebelmasse von dem rotirenden Balle ab. Diese Nebelringe zeichneten die Bahnen der zukünftigen Planeten vor. Allmählich verdichtete sich die Nebelmasse des Ringes zu einem Planeten, der sich um seine eigene Axe drehte und zugleich um den Centralkörper rotirte. In ganz gleicher Weise aber wurden von dem Aequator der Planetenmasse, sobald die Centrifugalkraft wieder das Uebergewicht über die Centripetalkraft gewann, neue Nebelringe abgeschleudert, welche in gleicher Weise um die Planeten sich bewegten, wie diese um die Sonne. Auch diese Nebelringe verdichteten sich wieder zu rotirenden Bällen. So entstanden die Monde, von denen nur einer um die Erde, aber vier um den Jupiter, sechs um den Uranus sich bewegen. Der Ring des Saturnus stellt uns noch heute einen Mond auf jenem früheren Entwickelungsstadium dar. Indem bei immer weiter schreitender Abkühlung sich diese einfachen Vorgänge der Verdichtung und Abschleuderung vielfach wiederholten, entstanden die verschiedenen Sonnensysteme, die Planeten, welche sich rotirend um ihre

centrale Sonne, und die Trabanten oder Monde, welche sich drehend um ihren Planeten bewegten.

Der anfängliche gasförmige Zustand der rotirenden Weltkörper ging allmählich durch fortschreitende Abkühlung und Verdichtung in den feurigflüssigen oder geschmolzenen Aggregatzustand über. Durch den Verdichtungsvorgang selbst wurden große Mengen von Wärme frei, und so gestalteten sich die rotirenden Sonnen, Planeten und Monde bald zu glühenden Feuerbällen, gleich riesigen geschmolzenen Metalltropfen, welche Licht und Wärme ausstrahlten. Durch den damit verbundenen Wärmeverlust verdichtete sich wiederum die geschmolzene Masse an der Oberfläche der feuerflüssigen Bälle und so entstand eine dünne feste Rinde, welche einen feurigflüssigen Kern umschloß. In allen diesen Beziehungen wird sich unsere mütterliche Erde nicht wesentlich verschieden von den übrigen Weltkörpern verhalten haben.

Für den Zweck dieser Vorträge hat es weiter kein besonderes Interesse, die „natürliche Schöpfungsgeschichte des Weltalls" mit seinen verschiedenen Sonnensystemen und Planetensystemen im Einzelnen zu verfolgen und durch alle verschiedenen astronomischen und geologischen Beweismittel mathematisch zu begründen. Ich begnüge mich daher mit den eben angeführten Grundzügen derselben und verweise Sie bezüglich des Näheren auf Kant's „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels" [26]), sowie auf das treffliche Werk von Carus Sterne, „Werden und Vergehen". [27]) Nur die Bemerkung will ich noch hinzufügen, daß diese bewunderungswürdige Theorie, welche man auch die kosmologische Gastheorie genannt hat, mit allen uns bis jetzt bekannten allgemeinen Erscheinungsreihen im Einklang steht. Ferner ist dieselbe rein mechanisch oder monistisch, nimmt ausschließlich die ureigenen Kräfte der ewigen Materie für sich in Anspruch, und schließt jeden übernatürlichen Vorgang, jede zweckmäßige und bewußte Thätigkeit eines persönlichen Schöpfers vollständig aus. Kant's kosmologische Gastheorie nimmt daher in der Anorgologie, und insbesondere in der Geologie eine ähnliche herrschende Stellung ein, und krönt in ähnlicher Weise unsere Ge-

ſammterkenntniß, wie Lamarck's biologiſche Deſcendenztheorie in der ganzen Biologie, und namentlich in der Anthropologie. Beide ſtützen ſich ausſchließlich auf mechaniſche oder bewußtloſe Urſachen (Causae efficientes), nirgends auf zweckthätige oder bewußte Urſachen (Causae finales). (Vergl. oben S. 89—92.) Beide erfüllen ſomit alle Anforderungen einer wiſſenſchaftlichen Theorie und werden ſo lange in Geltung bleiben, bis ſie durch beſſere erſetzt werden.

Allerdings will ich andererſeits nicht verhehlen, daß der großartigen Kosmogenie Kant's einige Schwächen anhaften, welche uns nicht geſtatten, ihr daſſelbe unbedingte Vertrauen zu ſchenken, wie Lamarck's Deſcendenztheorie. Große Schwierigkeiten verſchiedener Art hat die Vorſtellung des uranfänglichen gasförmigen Chaos, das den ganzen Weltraum erfüllte. Eine größere und ungelöſte Schwierigkeit aber liegt darin, daß die kosmologiſche Gastheorie uns gar keinen Anhaltepunkt liefert für die Erklärung des erſten Anſtoßes, der die Rotationsbewegung in dem gaserfüllten Weltraum verurſachte. Beim Suchen nach einem ſolchen Anſtoß werden wir unwillkürlich zu der falſchen Frage nach dem „erſten Anfang" verführt. Einen erſten Anfang können wir uns aber für die ewigen Bewegungserſcheinungen des Weltalls eben ſo wenig denken, als ein ſchließliches Ende.

Das Weltall iſt nach Raum und Zeit unbeſchränkt und unermeßlich. Es iſt ewig und es iſt unendlich. Aber auch für die ununterbrochene und ewige Bewegung, in welcher ſich alle Theilchen des Weltalls beſtändig befinden, können wir uns keinen Anfang und kein Ende denken. Die großen Geſetze von der Erhaltung der Kraft[38]) und von der Erhaltung des Stoffes, die Grundlagen unſerer ganzen Naturanſchauung, laſſen keine andere Vorſtellung zu. Die Welt, ſoweit ſie dem Erkenntnißvermögen des Menſchen zugänglich iſt, erſcheint als eine zuſammenhängende Kette von materiellen Bewegungserſcheinungen, die einen fortwährenden urſächlichen Wechſel der Formen bedingen. Jede Form, als das zeitweilige Reſultat einer Summe von Bewegungserſcheinungen, iſt als ſolches vergänglich und von beſchränkter Dauer. Aber in dem beſtändigen

Wechſel der Formen bleibt die Materie und die davon untrennbare Kraft ewig und unzerſtörbar.

Wenn nun auch Kant's kosmologiſche Gastheorie nicht im Stande iſt, die Entwickelungsgeſchichte des ganzen Weltalls in befriedigender Weiſe über jenen Zuſtand des gasförmigen Chaos hinaus aufzuklären, und wenn auch außerdem noch mancherlei gewichtige Bedenken, namentlich von chemiſcher und geologiſcher Seite her, ſich gegen ſie aufwerfen laſſen, ſo müſſen wir ihr doch anderſeits das große Verdienſt laſſen, den ganzen Bau des unſerer Beobachtung zugänglichen Weltgebäudes, die „Anatomie" der Sonnenſyſteme und ſpeciell unſeres Planetenſyſtems, vortrefflich durch ihre Entwickelungsgeſchichte zu erklären. Vielleicht war dieſe Entwickelung in der That eine ganz andere; vielleicht entſtanden die Planeten, und alſo auch unſere Erde, durch Aggregation aus zahlloſen kleinen, im Weltraum zerſtreuten Meteoriten? Eine ſolche Theorie iſt u. A. von Radenhauſen, dem geiſtreichen Verfaſſer der trefflichen Werke „Iſis" und „Oſiris" aufgeſtellt worden.[33]) Aber meines Erachtens bieten dieſe und ähnliche Kosmogenien noch größere Schwierigkeiten, als diejenige von Kant.

Nach dieſem allgemeinen Blick auf die moniſtiſche Kosmogenie oder die natürliche Entwickelungsgeſchichte des Weltalls laſſen Sie uns zu einem winzigen Bruchtheil deſſelben zurückkehren, zu unſerer mütterlichen Erde. Wir hatten dieſelbe im Zuſtande einer feurigflüſſigen, an beiden Polen abgeplatteten Kugel verlaſſen, deren Oberfläche ſich durch Abkühlung zu einer ganz dünnen feſten Rinde verdichtet hatte. Die erſte Erſtarrungskruſte wird die ganze Oberfläche des Erdſphäroids als eine zuſammenhängende, glatte, dünne Schale gleichmäßig überzogen haben. Bald aber wurde dieſelbe uneben und höckerig. Indem nämlich bei fortſchreitender Abkühlung der feuerflüſſige Kern ſich mehr und mehr verdichtete und zuſammenzog, und ſo der ganze Erddurchmeſſer ſich verkleinerte, mußte die dünne, ſtarre Rinde, welche der weicheren Kernmaſſe nicht nachfolgen konnte, über derſelben vielfach zuſammenbrechen. Es würde zwiſchen beiden ein leerer

Raum entstanden sein, wenn nicht der äußere Atmosphärendruck die zerbrechliche Rinde nach innen hinein getrieben hätte. Andere Unebenheiten entstanden wahrscheinlich dadurch, daß an verschiedenen Stellen die abgekühlte Rinde durch den Erstarrungsproceß selbst sich zusammenzog und Sprünge oder Risse bekam. Der feuerflüssige Kern quoll von Neuem durch diese Sprünge hervor und erstarrte abermals. So entstanden schon frühzeitig mancherlei Erhöhungen und Vertiefungen, welche die ersten Grundlagen der Berge und der Thäler wurden.

Nachdem die Temperatur des abgekühlten Erdballs bis auf einen gewissen Grad gesunken war, erfolgte ein sehr wichtiger neuer Vorgang, nämlich die erste Entstehung des Wassers. Das Wasser war bisher nur in Dampfform in der den Erdball umgebenden Atmosphäre vorhanden gewesen. Offenbar konnte das Wasser sich erst zu tropfbar-flüssigem Zustande verdichten, nachdem die Temperatur der Atmosphäre bedeutend gesunken war. Nun begann die weitere Umbildung der Erdrinde durch die Kraft des Wassers. Indem dasselbe beständig in Form von Regen niederfiel, hierbei die Erhöhungen der Erdrinde abspülte, die Vertiefungen durch den abgespülten Schlamm ausfüllte, und diesen schichtenweise ablagerte, bewirkte es die außerordentlich wichtigen neptunischen Umbildungen der Erdrinde, welche seitdem ununterbrochen fortdauerten, und auf welche wir im nächsten Vortrage noch einen näheren Blick werfen werden.

Erst nachdem die Erdrinde so weit abgekühlt war, daß das Wasser sich zu tropfbarer Form verdichtet hatte, erst als die bis dahin trockene Erdkruste zum ersten Male von flüssigem Wasser bedeckt wurde, konnte die Entstehung der ersten Organismen erfolgen. Denn alle Thiere und alle Pflanzen, alle Organismen überhaupt, bestehen zum großen Theile oder zum größten Theile aus tropfbar-flüssigem Wasser, welches mit anderen Materien in eigenthümlicher Weise sich verbindet, und diese in den fest-flüssigen Aggregatzustand versetzt. Wir können also aus diesen allgemeinen Grundzügen der anorganischen Erdgeschichte zunächst die wichtige Thatsache folgern, daß zu irgend einer bestimmten Zeit das organische Leben auf der Erde seinen Anfang hatte,

daß die irdiſchen Organismen nicht von jeher exiſtirten, ſondern in irgend einem Zeitpunkte zum erſten Mal entſtanden.

Wie haben wir uns nun dieſe Entſtehung der erſten Organismen zu denken? Hier iſt derjenige Punkt, an welchem die meiſten Naturforſcher noch heutzutage geneigt ſind, den Verſuch einer natürlichen Erklärung aufzugeben, und zu dem Wunder einer unbegreiflichen Schöpfung zu flüchten. Mit dieſem Schritte treten ſie, wie ſchon vorher bemerkt wurde, außerhalb des Gebietes der naturwiſſenſchaftlichen Erkenntniß und verzichten auf jede weitere Einſicht in den nothwendigen Zuſammenhang der Naturgeſchichte. Ehe wir muthlos dieſen letzten Schritt thun, ehe wir an der Möglichkeit jeder Erkenntniß dieſes wichtigen Vorganges verzweifeln, wollen wir wenigſtens einen Verſuch machen, denſelben zu begreifen. Laſſen Sie uns ſehen, ob denn wirklich die Entſtehung eines erſten Organismus aus anorganiſchem Stoffe, die Entſtehung eines lebendigen Körpers aus lebloſer Materie etwas ganz Undenkbares, außerhalb aller bekannten Erfahrung Stehendes ſei? Laſſen Sie uns mit einem Worte die Frage von der Urzeugung oder Archigonie unterſuchen! Vor allem iſt hierbei erforderlich, ſich die hauptſächlichſten Eigenſchaften der beiden Hauptgruppen von Naturkörpern, der ſogenannten lebloſen oder anorgiſchen und der belebten oder organiſchen Körper klar zu machen, und das Gemeinſame einerſeits, das Unterſcheidende beider Gruppen andrerſeits feſtzuſtellen. Auf dieſe Vergleichung der Organismen und Anorgane müſſen wir hier um ſo mehr eingehen, als ſie gewöhnlich ſehr vernachläſſigt wird, und als ſie doch zu einem richtigen, einheitlichen oder moniſtiſchen Verſtändniß der Geſammtnatur ganz nothwendig iſt. Am zweckmäßigſten wird es hierbei ſein, die drei Grundeigenſchaften jedes Naturkörpers, Stoff, Form und Kraft, geſondert zu betrachten. Beginnen wir zunächſt mit dem Stoff.

Durch die Chemie ſind wir dahin gelangt, ſämmtliche uns bekannte Körper zu zerlegen in eine geringe Anzahl von Elementen oder Grundſtoffen, nicht weiter zerlegbaren Körpern, z. B. Kohlenſtoff, Sauerſtoff, Stickſtoff, Schwefel, ferner die verſchiedenen Metalle: Ka-

lium, Natrium, Eiſen, Gold u. ſ. w. Man zählt jetzt 64—66 ſolcher Elemente oder Grundſtoffe. Die Mehrzahl derſelben iſt ziemlich unwichtig und ſelten, nur die Minderzahl iſt allgemeiner verbreitet und ſetzt nicht allein die meiſten Anorgane, ſondern auch ſämmtliche Organismen zuſammen. Vergleichen wir nun diejenigen Elemente, welche den Körper der Organismen aufbauen, mit denjenigen, welche in den Anorganen ſich finden, ſo haben wir zunächſt die höchſt wichtige Thatſache hervorzuheben, daß im Thier- und Pflanzenkörper kein Grundſtoff vorkommt, der nicht auch außerhalb deſſelben in der lebloſen Natur zu finden wäre. Es giebt keine beſonderen organiſchen Elemente oder Grundſtoffe.

Die chemiſchen und phyſikaliſchen Unterſchiede, welche zwiſchen den Organismen und den Anorganen exiſtiren, haben alſo ihren materiellen Grund nicht in einer verſchiedenen Natur der ſie zuſammenſetzenden Grundſtoffe, ſondern in der verſchiedenen Art und Weiſe, in welcher die letzteren zu chemiſchen Verbindungen zuſammengeſetzt ſind. Dieſe verſchiedene Verbindungsweiſe bedingt zunächſt gewiſſe phyſikaliſche Eigenthümlichkeiten, insbeſondere in der Dichtigkeit der Materie, welche auf den erſten Blick eine tiefe Kluft zwiſchen beiden Körpergruppen zu begründen ſcheinen. Die geformten anorgiſchen oder lebloſen Naturkörper, die Kryſtalle und die amorphen Geſteine, befinden ſich in einem Dichtigkeitszuſtande, den wir den feſten nennen, und den wir dem tropfbar-flüſſigen Dichtigkeitszuſtande des Waſſers und dem gasförmigen Dichtigkeitszuſtande der Luft entgegenſetzen. Es iſt Ihnen bekannt, daß dieſe drei verſchiedenen Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzuſtände der Anorgane durchaus nicht den verſchiedenen Elementen eigenthümlich, ſondern die Folgen eines beſtimmten Temperaturgrades ſind. Jeder anorgiſche feſte Körper kann durch Erhöhung der Temperatur zunächſt in den tropfbar-flüſſigen oder geſchmolzenen, und durch weitere Erhitzung in den gasförmigen oder elaſtiſch-flüſſigen Zuſtand verſetzt werden. Ebenſo kann jeder gasförmige Körper durch gehörige Erniedrigung der Temperatur zunächſt in den tropfbar-flüſſigen und weiterhin in den feſten Dichtigkeitszuſtand übergeführt werden.

Im Gegenſatze zu dieſen drei Dichtigkeitszuſtänden der Anorgane befindet ſich der lebendige Körper aller Organismen, Thiere ſowohl als Pflanzen, in einem ganz eigenthümlichen, vierten Aggregatzuſtande. Dieſer iſt weder feſt, wie Geſtein, noch tropfbar-flüſſig, wie Waſſer, vielmehr hält er zwiſchen dieſen beiden Zuſtänden die Mitte, und kann daher als der feſt-flüſſige oder gequollene Aggregatzuſtand bezeichnet werden. In allen lebenden Körpern ohne Ausnahme iſt eine gewiſſe Menge Waſſer mit feſter Materie in ganz eigenthümlicher Art und Weiſe verbunden, und eben durch dieſe charakteriſtiſche Verbindung des Waſſers mit der organiſchen Materie entſteht jener weiche, weder feſte noch flüſſige, Aggregatzuſtand, welcher für die mechaniſche Erklärung der Lebenserſcheinungen von der größten Bedeutung iſt. Die Urſache deſſelben liegt weſentlich in den phyſikaliſchen und chemiſchen Eigenſchaften eines einzigen Grundſtoffs, des Kohlenſtoffs.

Von allen Elementen iſt der Kohlenſtoff für uns bei weitem das wichtigſte und intereſſanteſte, weil bei allen uns bekannten Thier- und Pflanzenkörpern dieſer Grundſtoff die größte Rolle ſpielt. Er iſt dasjenige Element, welches durch ſeine eigenthümliche Neigung zur Bildung verwickelter Verbindungen mit den andern Elementen die größte Mannichfaltigkeit in der chemiſchen Zuſammenſetzung, und daher auch in den Formen und Lebenseigenſchaften der Thier- und Pflanzenkörper hervorruft. Der Kohlenſtoff zeichnet ſich ganz beſonders dadurch aus, daß er ſich mit den andern Elementen in unendlich mannichfaltigen Zahlen- und Gewichtsverhältniſſen verbinden kann. Es entſtehen zunächſt durch Verbindung des Kohlenſtoffs mit drei andern Elementen, dem Sauerſtoff, Waſſerſtoff und Stickſtoff (zu denen ſich meiſt auch noch Schwefel und häufig Phosphor geſellt), jene äußerſt wichtigen Verbindungen, welche wir als das erſte und unentbehrlichſte Subſtrat aller Lebenserſcheinungen kennen gelernt haben, die eiweißartigen Verbindungen oder Albuminkörper (Proteïnſtoffe). Schon früher (S. 164) haben wir in den Moneren Organismen der allereinfachſten Art kennen gelernt, deren ganzer Körper in vollkommen ausgebildetem Zuſtande aus weiter Nichts beſteht, als aus

einem Plasson-Stückchen, einem fest-flüssigen eiweißartigen Klümpchen; Organismen, welche für die Lehre von der ersten Entstehung des Lebens von der allergrößten Bedeutung sind. Aber auch die meisten übrigen Organismen sind zu einer gewissen Zeit ihrer Existenz, wenigstens in der ersten Zeit ihres Lebens, als Eizellen oder Keimzellen, im Wesentlichen weiter Nichts als einfache Klümpchen eines solchen eiweißartigen Bildungsstoffes, des Zellschleimes oder Protoplasma. Sie sind dann von den Moneren nur dadurch verschieden, daß im Innern des eiweißartigen Körperchens sich der Zellenkern (Nucleus) von dem umgebenden Zellstoff (Protoplasma) gesondert hat. Wie wir schon früher zeigten, sind Zellen von ganz einfacher Beschaffenheit die Staatsbürger, welche durch ihr Zusammenwirken und ihre Sonderung den Körper auch der vollkommensten Organismen, einen republikanischen Zellenstaat, aufbauen (S. 269). Die entwickelten Formen und Lebenserscheinungen des letzteren werden lediglich durch die Thätigkeit jener eiweißartigen Plastiden zu Stande gebracht.

Es darf als einer der größten Triumphe der neueren Biologie, insbesondere der Gewebelehre, angesehen werden, daß wir jetzt im Stande sind, das Wunder der Lebenserscheinungen auf diese Stoffe zurückzuführen, daß wir die unendlich mannichfaltigen und verwickelten physikalischen und chemischen Eigenschaften der Eiweißkörper als die eigentliche Ursache der organischen oder Lebenserscheinungen nachgewiesen haben. Alle verschiedenen Formen der Organismen sind zunächst und unmittelbar das Resultat der Zusammensetzung aus verschiedenen Formen von Zellen. Die unendlich mannichfaltigen Verschiedenheiten in der Form, Größe und Zusammensetzung der Zellen sind aber erst allmählich durch die Arbeitstheilung und Vervollkommnung der einfachen gleichartigen Plassonklümpchen entstanden, welche ursprünglich allein den Zellenleib bildeten. Daraus folgt mit Nothwendigkeit, daß auch die Grunderscheinungen des organischen Lebens, Ernährung und Fortpflanzung, ebenso in ihren höchst zusammengesetzten wie in ihren einfachsten Aeußerungen, auf die materielle Beschaffenheit jenes eiweißartigen Bildungs-

ſtoffes, des Plaſſon, zurückzuführen ſind. Aus jenen beiden haben ſich die übrigen Lebensthätigkeiten erſt allmählich hervorgebildet. So hat denn gegenwärtig die allgemeine Erklärung des Lebens für uns nicht mehr Schwierigkeit, als die Erklärung der phyſikaliſchen Eigenſchaften der anorgiſchen Körper. Alle Lebenserſcheinungen und Geſtaltungsproceſſe der Organismen ſind eben ſo unmittelbar durch die chemiſche Zuſammenſetzung und die phyſikaliſchen Kräfte der organiſchen Materie bedingt, wie die Lebenserſcheinungen der anorgiſchen Kryſtalle, d. h. die Vorgänge ihres Wachsthums und ihrer ſpecifiſchen Formbildung, die unmittelbaren Folgen ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung und ihres phyſikaliſchen Zuſtandes ſind. Die letzten Urſachen bleiben uns freilich in beiden Fällen gleich verborgen. Wenn Gold und Kupfer im teſſeralen, Wismuth und Antimon im hexagonalen, Jod und Schwefel im rhombiſchen Kryſtallſyſtem kryſtalliſiren, ſo iſt uns dies im Grunde nicht mehr und nicht weniger räthſelhaft, als jeder elementare Vorgang der organiſchen Formbildung, jede Selbſtgeſtaltung der organiſchen Zelle. Auch in dieſer Beziehung können wir gegenwärtig den fundamentalen Unterſchied zwiſchen Organismen und anorganiſchen Körpern nicht mehr feſthalten, von welchem man früher allgemein überzeugt war.

Betrachten wir zweitens die Uebereinſtimmungen und Unterſchiede, welche die Formbildung der organiſchen und anorgiſchen Naturkörper uns darbietet. Als Hauptunterſchied in dieſer Beziehung ſah man früher die einfache Structur der letzteren, den zuſammengeſetzten Bau der erſteren an. Der Körper aller Organismen ſollte aus ungleichartigen oder heterogenen Theilen zuſammengeſetzt ſein, aus Werkzeugen oder Organen, welche zum Zweck des Lebens zuſammenwirken. Dagegen ſollten auch die vollkommenſten Anorgane, die Kryſtalle, durch und durch aus gleichartiger oder homogener Materie beſtehen. Dieſer Unterſchied erſcheint ſehr weſentlich. Allein er verliert alle Bedeutung dadurch, daß wir in den letzten Jahren die höchſt merkwürdigen und wichtigen Moneren kennen gelernt haben [15]). (Vergl. oben S. 164—167). Der ganze Körper dieſer einfachſten von allen Or-

ganismen ist nur ein fest-flüssiges, formloses und structurloses Eiweißklümpchen; er besteht in der That nur aus einer chemischen Verbindung oder einer amorphen Mischung, und ist eben so vollkommen einfach in seiner Structur, wie jeder Krystall, der aus einer einzigen anorgischen Verbindung, z. B. einem Metallsatze, oder einer sehr zusammengesetzten Kieselerde-Verbindung besteht.

Ebenso wie in der inneren Structur oder Zusammensetzung, hat man auch in der äußeren Form durchgreifende Unterschiede zwischen den Organismen und Anorganen finden wollen, insbesondere in der mathematisch bestimmbaren Krystallform der letzteren. Allerdings ist die Krystallisation vorzugsweise eine Eigenschaft der sogenannten Anorgane. Die Krystalle werden begrenzt von ebenen Flächen, welche in geraden Linien und unter bestimmten meßbaren Winkeln zusammenstoßen. Die Thier- und Pflanzen-Form dagegen scheint auf den ersten Blick keine derartige geometrische Bestimmung zuzulassen. Sie ist meistens von gebogenen Flächen und krummen Linien begrenzt, welche unter veränderlichen Winkeln zusammenstoßen. Allein wir haben in neuerer Zeit in den Radiolarien und in vielen anderen Protisten eine große Anzahl von niederen Organismen kennen gelernt, bei denen der Körper in gleicher Weise, wie bei den Krystallen, auf eine mathematisch bestimmbare Grundform sich zurückführen läßt, bei denen die Gestalt im Ganzen wie im Einzelnen durch geometrisch bestimmbare Flächen, Kanten und Winkel begrenzt wird. In meiner allgemeinen Grundformenlehre oder Promorphologie habe ich hierfür die ausführlichen Beweise geliefert, und zugleich ein allgemeines Formensystem aufgestellt, dessen ideale stereometrische Grundformen eben so gut die realen Formen der anorgischen Krystalle wie der organischen Individuen erklären (Gener. Morphol. I, 375—574). Außerdem giebt es übrigens auch vollkommen amorphe Organismen, wie die Moneren, Amöben u. s. w., welche jeden Augenblick ihre Gestalt wechseln, und bei denen man eben so wenig eine bestimmte Grundform nachweisen kann, als es bei den formlosen oder amorphen Anorganen, bei den nicht krystallisirten Gesteinen, Niederschlägen u. s. w.

der Fall iſt. Wir ſind alſo nicht im Stande, irgend einen principiellen Unterſchied in der äußeren Form oder in der inneren Structur der Anorgane und Organismen aufzufinden.

Wenden wir uns drittens an die Kräfte oder an die Bewegungserſcheinungen dieſer beiden verſchiedenen Körpergruppen. Hier ſtoßen wir auf die größten Schwierigkeiten. Die Lebenserſcheinungen, wie ſie die meiſten Menſchen nur von hoch ausgebildeten Organismen, von vollkommneren Thieren und Pflanzen kennen, erſcheinen ſo räthſelhaft, ſo wunderbar, ſo eigenthümlich, daß die Meiſten der beſtimmten Anſicht ſind, in der anorgiſchen Natur komme gar nichts Aehnliches oder nur entfernt damit Vergleichbares vor. Man nennt ja eben deshalb die Organismen belebte und die Anorgane lebloſe Naturkörper. Daher erhielt ſich bis in unſer Jahrhundert hinein, ſelbſt in der Wiſſenſchaft die ſich mit der Erforſchung der Lebenserſcheinungen beſchäftigt, in der Phyſiologie, die irrthümliche Anſicht, daß die phyſikaliſchen und chemiſchen Eigenſchaften der Materie nicht zur Erklärung der Lebenserſcheinungen ausreichten. Heutzutage, namentlich ſeit dem letzten Jahrzehnt, darf dieſe Anſicht als völlig überwunden angeſehen werden. In der Phyſiologie wenigſtens hat ſie nirgends mehr eine Stätte. Es fällt heutzutage keinem Phyſiologen mehr ein, irgend welche Lebenserſcheinungen als das Reſultat einer wunderbaren Lebenskraft aufzufaſſen, einer beſonderen zweckmäßig thätigen Kraft, welche außerhalb der Materie ſteht, und welche die phyſikaliſch-chemiſchen Kräfte gewiſſermaßen nur in ihren Dienſt nimmt. Die heutige Phyſiologie iſt zu der ſtreng moniſtiſchen Ueberzeugung gelangt, daß ſämmtliche Lebenserſcheinungen, und vor allen die beiden Grunderſcheinungen der Ernährung und Fortpflanzung, rein phyſikaliſch-chemiſche Vorgänge, und eben ſo unmittelbar von der materiellen Beſchaffenheit des Organismus abhängig ſind, wie alle phyſikaliſchen und chemiſchen Eigenſchaften oder Kräfte eines jeden Kryſtalles lediglich durch ſeine materielle Zuſammenſetzung bedingt werden. Da nun derjenige Grundſtoff, welcher die eigenthümliche materielle Zuſammenſetzung der Or-

ganismen bedingt, der Kohlenstoff ist, so müssen wir alle Lebenserscheinungen, und vor allen die beiden Grunderscheinungen der Ernährung und Fortpflanzung, in letzter Linie auf die Eigenschaften des Kohlenstoffs zurückführen. Lediglich die eigenthümlichen, chemisch-physikalischen Eigenschaften des Kohlenstoffs, und namentlich der festflüssige Aggregatzustand und die leichte Zersetzbarkeit der höchst zusammengesetzten eiweißartigen Kohlenstoffverbindungen, sind die mechanischen Ursachen jener eigenthümlichen Bewegungserscheinungen, durch welche sich die Organismen von den Anorganen unterscheiden, und die man im engeren Sinne das „Leben" zu nennen pflegt.

Um diese „Kohlenstofftheorie", welche ich im zweiten Buche meiner generellen Morphologie ausführlich begründet habe, richtig zu würdigen, ist es vor Allem nöthig, diejenigen Bewegungserscheinungen scharf in's Auge zu fassen, welche beiden Gruppen von Naturkörpern gemeinsam sind. Unter diesen steht obenan das Wachsthum. Wenn Sie irgend eine anorganische Salzlösung langsam verdampfen lassen, so bilden sich darin Salzkrystalle, welche bei weiter gehender Verdunstung des Wassers langsam an Größe zunehmen. Dieses Wachsthum erfolgt dadurch, daß immer neue Theilchen aus dem flüssigen Aggregatzustande in den festen übergehen und sich an den bereits gebildeten festen Krystallkern nach bestimmten Gesetzen anlagern. Durch solche Anlagerung oder Apposition der Theilchen entstehen die mathematisch bestimmten Krystallformen. Eben so durch Aufnahme neuer Theilchen geschieht auch das Wachsthum der Organismen. Der Unterschied ist nur der, daß beim Wachsthum der Organismen in Folge ihres fest-flüssigen Aggregatzustandes die neu aufgenommenen Theilchen in's Innere des Organismus vorrücken (Intussusception), während die Anorgane nur durch Apposition, durch Ansatz neuer, gleichartiger Materie von außen her zunehmen. Indeß ist dieser wichtige Unterschied des Wachsthums durch Intussusception

und durch Apposition augenscheinlich nur die nothwendige und unmittelbare Folge des verschiedenen Dichtigkeitszustandes oder Aggregatzustandes der Organismen und der Anorgane.

Ich kann hier an dieser Stelle leider nicht näher die mancherlei höchst interessanten Parallelen und Analogien verfolgen, welche sich zwischen der Bildung der vollkommensten Anorgane, der Krystalle und der Bildung der einfachsten Organismen, der Moneren und der nächst verwandten Formen, vorfinden. Ich muß Sie in dieser Beziehung auf die eingehende Vergleichung der Organismen und der Anorgane verweisen, welche ich im fünften Kapitel meiner generellen Morphologie durchgeführt habe (Gen. Morph. I, 111 bis 166). Dort habe ich ausführlich bewiesen, daß durchgreifende Unterschiede zwischen den organischen und anorganischen Naturkörpern weder in Bezug auf Form und Structur, noch in Bezug auf Stoff und Kraft existiren, daß die wirklich vorhandenen Unterschiede von der eigenthümlichen Natur des Kohlenstoffs abhängen, und daß keine unübersteigliche Kluft zwischen organischer und anorganischer Natur existirt. Besonders einleuchtend erkennen Sie diese höchst wichtige Thatsache, wenn Sie die Entstehung der Formen bei den Krystallen und bei den einfachsten organischen Individuen vergleichend untersuchen. Auch bei der Bildung der Krystallindividuen treten zweierlei verschiedene, einander entgegenwirkende Bildungstriebe in Wirksamkeit. Die innere Gestaltungskraft oder der innere Bildungstrieb, welcher der Erblichkeit der Organismen entspricht, ist bei dem Krystalle der unmittelbare Ausfluß seiner materiellen Constitution oder seiner chemischen Zusammensetzung. Die Form des Krystalles, soweit sie durch diesen inneren, ureigenen Bildungstrieb bestimmt wird, ist das Resultat der specifisch bestimmten Art und Weise, in welcher sich die kleinsten Theilchen der krystallisirenden Materie nach verschiedenen Richtungen hin gesetzmäßig an einander lagern. Jener selbstständigen inneren Bildungskraft, welche der Materie selbst unmittelbar anhaftet, wirkt eine zweite formbildende Kraft geradezu entgegen. Diese äußere Gestal-

tungskraft oder den äußeren Bildungstrieb können wir bei den Kryſtallen eben ſo gut wie bei den Organismen als Anpaſſung bezeichnen. Jedes Kryſtallindividuum muß ſich während ſeiner Entſtehung ganz eben ſo wie jedes organiſche Individuum den umgebenden Einflüſſen und Exiſtenzbedingungen der Außenwelt unterwerfen und anpaſſen. In der That iſt die Form und Größe eines jeden Kryſtalles abhängig von ſeiner geſammten Umgebung, z. B. von dem Gefäß, in welchem die Kryſtalliſation ſtattfindet, von der Temparatur und von dem Luftdruck, unter welchem der Kryſtall ſich bildet, von der Anweſenheit oder Abweſenheit ungleichartiger Körper u. ſ. w. Die Form jedes einzelnen Kryſtalles iſt daher ebenſo wie die Form jedes einzelnen Organismus das Reſultat der Gegenwirkung zweier einander gegenüber ſtehender Factoren, des inneren Bildungstriebes, der durch die chemiſche Conſtitution der eigenen Materie gegeben iſt, und des äußeren Bildungstriebes, welcher durch die Einwirkung der umgebenden Materie bedingt iſt. Beide in Wechſelwirkung ſtehende Geſtaltungskräfte ſind im Organismus eben ſo wie im Kryſtall rein mechaniſcher Natur, unmittelbar an dem Stoffe des Körpers haftend. Wenn man das Wachsthum und die Geſtaltung der Organismen als einen Lebensproceß bezeichnet, ſo kann man daſſelbe eben ſo gut von dem ſich bildenden Kryſtall behaupten. Die teleologiſche Naturbetrachtung, welche in den organiſchen Formen zweckmäßig eingerichtete Schöpfungsmaſchinen erblickt, muß folgerichtiger Weiſe dieſelben auch in den Kryſtallformen anerkennen. Die Unterſchiede, welche ſich zwiſchen den einfachſten organiſchen Individuen und den anorganiſchen Kryſtallen vorfinden, ſind durch den feſten Aggregatzuſtand der letzteren, durch den feſt-flüſſigen Zuſtand der erſteren bedingt. Im Uebrigen ſind die bewirkenden Urſachen der Form in beiden vollſtändig dieſelben. Ganz beſonders klar drängt ſich Ihnen dieſe Ueberzeugung auf, wenn Sie die höchſt merkwürdigen Erſcheinungen von dem Wachsthum, der Anpaſſung und der „Wechſelbeziehung oder Correlation der Theile“ bei den entſtehenden Kryſtallen mit den entſprechenden Erſcheinungen bei der Entſtehung

der einfachſten organiſchen Individuen (Moneren und Zellen) vergleichen. Die Analogie zwiſchen Beiden iſt ſo groß, daß wirklich keine ſcharfe Grenze zu ziehen iſt. In meiner generellen Morphologie habe ich hierfür eine Anzahl von ſchlagenden Thatſachen angeführt (Gen. Morph. I, 146, 156, 158).

Wenn Sie dieſe „Einheit der organiſchen und anorganiſchen Natur", dieſe weſentliche Uebereinſtimmung der Organismen und Anorgane in Stoff, Form und Kraft, ſich lebhaft vor Augen halten, wenn Sie ſich erinnern, daß wir nicht im Stande ſind, irgend welche fundamentalen Unterſchiede zwiſchen dieſen beiderlei Körpergruppen feſtzuſtellen (wie ſie früherhin allgemein angenommen wurden), ſo verliert die Frage von der Urzeugung ſehr viel von der Schwierigkeit, welche ſie auf den erſten Blick zu haben ſcheint. Es wird uns dann die Entwickelung des erſten Organismus aus anorganiſcher Materie viel leichter denkbar und viel verſtändlicher erſcheinen, als es bisher der Fall war, wo man jene künſtliche abſolute Scheidewand zwiſchen organiſcher oder belebter und anorganiſcher oder lebloſer Natur aufrecht erhielt.

Bei der Frage von der Urzeugung oder Archigonie, die wir jetzt beſtimmter beantworten können, erinnern Sie ſich zunächſt daran, daß wir unter dieſem Begriff ganz allgemein die elternloſe Zeugung eines organiſchen Individuums, die Entſtehung eines Organismus unabhängig von einem elterlichen oder zeugenden Organismus verſtehen. In dieſem Sinne haben wir früher die Urzeugung (Archigonia) der Elternzeugung oder Fortpflanzung (Tocogonia) entgegengeſetzt (S. 164). Bei der letzteren entſteht das organiſche Individuum dadurch, daß ein größerer oder geringerer Theil von einem bereits beſtehenden Organismus ſich ablöſt und ſelbſtſtändig weiter wächſt (Gen. Morph. II, 32).

Von der Urzeugung, welche man auch oft als freiwillige oder urſprüngliche Zeugung bezeichnet (Generatio spontanea, aequivoca, primaria etc.), müſſen wir zunächſt zwei weſentlich verſchiedene Arten unterſcheiden, nämlich die Autogonie und die Plasmogonie.

Unter Autogonie verstehen wir die Entstehung eines einfachsten organischen Individuums in einer anorganischen Bildungsflüssigkeit, d. h. in einer Flüssigkeit, welche die zur Zusammensetzung des Organismus erforderlichen Grundstoffe in einfachen und beständigen Verbindungen gelöst enthält (z. B. Kohlensäure, Ammoniak, binäre Salze u. s. w.); Plasmogonie dagegen nennen wir die Urzeugung dann, wenn der Organismus in einer organischen Bildungsflüssigkeit entsteht, d. h. in einer Flüssigkeit, welche jene erforderlichen Grundstoffe in Form von verwickelten und lockeren Kohlenstoffverbindungen gelöst enthält (z. B. Eiweiß, Fett, Kohlenhydraten ꝛc.) (Gen. Morph. I, 174; II, 33).

Der Vorgang der Autogonie sowohl als der Plasmogonie ist bis jetzt noch nicht direct mit voller Sicherheit beobachtet. In älterer und neuerer Zeit hat man über die Möglichkeit oder Wirklichkeit der Urzeugung sehr zahlreiche und zum Theil auch interessante Versuche angestellt. Allein diese Experimente beziehen sich fast sämmtlich nicht auf die Autogonie, sondern auf die Plasmogonie, auf die Entstehung eines Organismus aus bereits gebildeter organischer Materie. Offenbar hat aber für unsere Schöpfungsgeschichte dieser letztere Vorgang nur ein untergeordnetes Interesse. Es kommt für uns vielmehr darauf an, die Frage zu lösen: „Giebt es eine Autogonie? Ist es möglich, daß ein Organismus nicht aus vorgebildeter organischer, sondern aus rein anorgischer Materie entsteht?" Daher können wir hier auch ruhig alle jene zahlreichen Experimente, welche sich nur auf die Plasmogonie beziehen, und in dem letzten Jahrzehnt mit besonderem Eifer betrieben worden sind, bei Seite lassen; zumal sie meist ein negatives Resultat hatten. Angenommen auch, es würde dadurch die Wirklichkeit der Plasmogonie streng bewiesen, so wäre damit noch nicht die Autogonie erklärt.

Die Versuche über Autogonie haben bis jetzt ebenfalls kein sicheres positives Resultat geliefert. Jedoch müssen wir uns von vorn herein auf das bestimmteste dagegen verwahren, daß durch diese Experimente die Unmöglichkeit der Urzeugung überhaupt nachgewiesen

sei. Die allermeisten Naturforscher, welche bestrebt waren, diese Frage experimentell zu entscheiden, und welche bei Anwendung aller möglichen Vorsichtsmaßregeln unter ganz bestimmten Verhältnissen keine Organismen entstehen sahen, stellten auf Grund dieser negativen Resultate sofort die Behauptung auf: „Es ist überhaupt unmöglich, daß Organismen von selbst, ohne elterliche Zeugung, entstehen.“ Diese leichtfertige und unüberlegte Behauptung stützten sie einfach und allein auf das negative Resultat ihrer Experimente, welche doch weiter Nichts beweisen konnten, als daß unter diesen oder jenen, höchst künstlichen Verhältnissen, wie sie durch die Experimentatoren geschaffen wurden, kein Organismus sich bildete. Man kann auf keinen Fall aus jenen Versuchen, welche meistens unter den unnatürlichsten Bedingungen in höchst künstlicher Weise angestellt wurden, den Schluß ziehen, daß die Urzeugung überhaupt unmöglich sei. Die Unmöglichkeit eines solchen Vorganges kann überhaupt niemals bewiesen werden. Denn wie können wir wissen, daß in jener ältesten unvordenklichen Urzeit nicht ganz andere Bedingungen, als gegenwärtig, existirten, welche eine Urzeugung ermöglichten? Ja, wir können sogar mit voller Sicherheit positiv behaupten, daß die allgemeinen Lebensbedingungen der Primordialzeit gänzlich von denen der Gegenwart verschieden gewesen sein müssen. Denken Sie allein an die Thatsache, daß die ungeheuren Massen von Kohlenstoff, welche wir gegenwärtig in den primären Steinkohlengebirgen abgelagert finden, erst durch die Thätigkeit des Pflanzenlebens in feste Form gebracht, und die mächtig zusammengepreßten und verdichteten Ueberreste von zahllosen Pflanzenleichen sind, die sich im Laufe vieler Millionen Jahre anhäuften. Allein zu der Zeit, als auf der abgekühlten Erdrinde nach der Entstehung des tropfbar-flüssigen Wassers zum ersten Male Organismen durch Urzeugung sich bildeten, waren jene unermeßlichen Kohlenstoffquantitäten in ganz anderer Form vorhanden, wahrscheinlich größtentheils in Form von Kohlensäure in der Atmosphäre vertheilt. Die ganze Zusammensetzung der Atmosphäre war also außerordentlich von der jetzigen verschieden. Ferner waren, wie sich aus chemischen, phy-

ſikaliſchen und geologiſchen Gründen ſchließen läßt, der Dichtigkeitszuſtand und die electriſchen Verhältniſſe der Atmoſphäre ganz andere. Eben ſo war auch jedenfalls die chemiſche und phyſikaliſche Beſchaffenheit des Urmeeres, welches damals als eine ununterbrochene Waſſerhülle die ganze Erdoberfläche im Zuſammenhang bedeckte, ganz eigenthümlich. Temperatur, Dichtigkeit, Salzgehalt u. ſ. w. müſſen ſehr von denen der jetzigen Meere verſchieden geweſen ſein. Es bleibt alſo auf jeden Fall für uns, wenn wir auch ſonſt Nichts weiter davon wiſſen, die Annahme wenigſtens nicht beſtreitbar, daß zu jener Zeit unter ganz anderen Bedingungen eine Urzeugung möglich geweſen ſei, die heutzutage vielleicht nicht mehr möglich iſt.

Nun kommt aber dazu, daß durch die neueren Fortſchritte der Chemie und Phyſiologie das Räthſelhafte und Wunderbare, das zunächſt der viel beſtrittene und doch nothwendige Vorgang der Urzeugung an ſich zu haben ſcheint, größtentheils oder eigentlich ganz zerſtört worden iſt. Es iſt noch nicht fünfzig Jahre her, daß ſämmtliche Chemiker behaupteten, wir ſeien nicht im Stande, irgend eine zuſammengeſetzte Kohlenſtoffverbindung oder eine ſogenannte „organiſche Verbindung“ künſtlich in unſeren Laboratorien herzuſtellen. Nur die myſtiſche „Lebenskraft“ ſollte dieſe Verbindungen zu Stande bringen können. Als daher 1828 Wöhler in Göttingen zum erſten Male dieſes Dogma thatſächlich widerlegte, und auf künſtlichem Wege aus rein anorgiſchen Körpern (Cyan- und Ammoniakverbindungen) den rein „organiſchen“ Harnſtoff darſtellte, war man im höchſten Grade erſtaunt und überraſcht. In der neueren Zeit iſt es nun durch die Fortſchritte der ſynthetiſchen Chemie gelungen, derartige „organiſche“ Kohlenſtoffverbindungen rein künſtlich in großer Mannichfaltigkeit in unſeren Laboratorien aus anorgiſchen Subſtanzen herzuſtellen, z. B. Alkohol, Eſſigſäure, Ameiſenſäure u. ſ. w. Selbſt viele höchſt verwickelte Kohlenſtoffverbindungen werden jetzt künſtlich zuſammengeſetzt, ſo daß alle Ausſicht vorhanden iſt, auch die am meiſten zuſammengeſetzten und zugleich die wichtigſten von allen, die Eiweißverbindungen oder Plaſſonkörper, früher oder ſpäter künſtlich in unſeren chemiſchen Werkſtätten

zu erzeugen. Dadurch ist aber die tiefe Kluft zwischen organischen und anorgischen Körpern, die man früher allgemein festhielt, größtentheils oder eigentlich ganz beseitigt, und für die Vorstellung der Urzeugung der Weg gebahnt.

Von noch größerer, ja von der allergrößten Wichtigkeit für die Hypothese der Urzeugung sind endlich die höchst merkwürdigen Moneren, jene schon vorher mehrfach erwähnten Lebewesen, welche nicht nur die einfachsten beobachteten, sondern auch überhaupt die denkbar einfachsten von allen Organismen sind[13]). Schon früher, als wir die einfachsten Erscheinungen der Fortpflanzung und Vererbung untersuchten, habe ich Ihnen diese wunderbaren „Organismen ohne Organe" beschrieben. Wir kennen jetzt schon acht verschiedene Gattungen solcher Moneren, von denen einige im süßen Wasser, andere im Meere leben (vergl. oben S. 164—167, sowie Taf. I und deren Erklärung unten im Anhang). In vollkommen ausgebildetem und frei beweglichem Zustande stellen sie sämmtlich weiter Nichts dar, als ein structurloses Klümpchen einer eiweißartigen Kohlenstoffverbindung. Nur durch die Art der Fortpflanzung und Entwickelung, sowie der Nahrungsaufnahme, sind die einzelnen Gattungen und Arten ein wenig verschieden. Durch die Entdeckung dieser Organismen, die von der allergrößten Bedeutung ist, verliert die Annahme einer Urzeugung den größten Theil ihrer Schwierigkeiten. Denn da denselben noch jede Organisation, jeder Unterschied ungleichartiger Theile fehlt, da alle Lebenserscheinungen von einer und derselben gleichartigen und formlosen Materie vollzogen werden, so können wir uns ihre Entstehung durch Urzeugung sehr wohl denken. Geschieht dieselbe durch Plasmogonie, ist bereits lebensfähiges Plasma vorhanden, so braucht dasselbe bloß sich zu individualisiren, in gleicher Weise, wie bei der Krystallbildung sich die Mutterlauge der Krystalle individualisirt. Geschieht dagegen die Urzeugung der Moneren durch wahre Autogonie, so ist dazu noch erforderlich, daß vorher jenes lebensfähige Plasson, jener Urschleim, aus einfacheren Kohlenstoffverbindungen sich bildet. Da wir jetzt im Stande sind, in unseren

chemischen Laboratorien ähnliche zusammengesetzte Kohlenstoffverbindungen künstlich herzustellen, so liegt durchaus kein Grund für die Annahme vor, daß nicht auch in der freien Natur sich Verhältnisse finden, unter denen ähnliche Verbindungen entstehen können. Sobald man früherhin die Vorstellung der Urzeugung zu fassen suchte, scheiterte man an der organologischen Zusammensetzung auch der einfachsten Organismen, welche man damals kannte. Erst seitdem wir mit den höchst wichtigen Moneren bekannt geworden sind, erst seitdem wir in ihnen Organismen kennen gelernt haben, welche gar nicht aus Organen zusammengesetzt sind, welche bloß aus einer einzigen chemischen Verbindung bestehen, und dennoch wachsen, sich ernähren und fortpflanzen, ist jene Hauptschwierigkeit gelöst. Die Hypothese der Urzeugung hat dadurch denjenigen Grad von Wahrscheinlichkeit gewonnen, welcher sie berechtigt, die Lücke zwischen Kant's Kosmogenie und Lamarck's Descendenztheorie auszufüllen. Es giebt sogar schon unter den bis jetzt bekannten Moneren eine Art, die vielleicht noch heutzutage beständig durch Urzeugung entsteht. Das ist der wunderbare, von Huxley entdeckte und beschriebene Bathybius. Wie ich schon früher erwähnte (S. 165), findet sich dieses Moner in den größten Tiefen des Meeres, zwischen 12,000 und 24,000 Fuß, wo es den Boden theils in Form von netzförmigen Plasmasträngen und Geflechten, theils in Form von unregelmäßigen größeren und kleineren Plasmaklumpen überzieht. (Vgl. meinen Aufsatz über „Bathybius und die Moneren" im „Kosmos", Bd. I, 1877, und im „Protistenreich", 1878.)

Nur solche homogene, noch gar nicht differenzirte Organismen, welche in ihrer gleichartigen Zusammensetzung aus einerlei Theilchen den anorganischen Krystallen gleichstehen, konnten durch Urzeugung entstehen, und konnten die Ureltern aller übrigen Organismen werden. Bei der weiteren Entwickelung derselben haben wir als den wichtigsten Vorgang zunächst die Bildung eines Kernes (Nucleus) in dem structurlosen Eiweißklümpchen anzusehen. Diese können wir uns physikalisch als Verdichtung der innersten, centralen Eiweißtheilchen

vorstellen, womit eine chemische Veränderung derselben Hand in Hand ging. Die dichtere centrale Masse, welche anfangs allmählich in das peripherische Plasma überging, sonderte sich später ganz von diesem ab und bildete so ein selbstständiges rundes, chemisch etwas verschiedenes Eiweißkörperchen, den Kern. Durch diesen Vorgang ist aber bereits aus dem Moner eine Zelle geworden. Daß nun die weitere Entwickelung aller übrigen Organismen aus einer solchen Zelle keine Schwierigkeit hat, wird aus den bisherigen Vorträgen klar geworden sein. Denn jedes Thier und jede Pflanze ist im Beginn des individuellen Lebens eine einfache Zelle. Der Mensch so gut wie jedes andere Thier ist anfangs weiter Nichts, als eine einfache Eizelle, ein einziges Schleimklümpchen, worin sich ein Kern befindet (S. 170, Fig. 3).

Eben so wie der Kern der organischen Zellen durch Sonderung aus der inneren oder centralen Masse der ursprünglich gleichartigen Plasmaklümpchen entstand, so bildete sich die erste Zellhaut oder Membran an deren Oberfläche. Auch diesen einfachen aber höchst wichtigen Vorgang können wir, wie schon oben bemerkt, entweder durch einen chemischen Niederschlag oder eine physikalische Verdichtung in der oberflächlichsten Rindenschicht erklären, oder auch durch eine Ausscheidung. Eine der ersten Anpassungsthätigkeiten, welche die durch Urzeugung entstandenen Moneren ausübten, wird die Verdichtung einer äußeren Rindenschicht gewesen sein, welche als schützende Hülle das weichere Innere gegen die angreifenden Einflüsse der Außenwelt abschloß. War aber erst durch Verdichtung der homogenen Moneren im Inneren ein Zellenkern, an der Oberfläche eine Zellhaut entstanden, so waren damit alle die fundamentalen Formen der Bausteine gegeben, aus denen durch unendlich mannichfaltige Zusammensetzung sich erfahrungsgemäß der Körper sämmtlicher höheren Organismen aufbaut.

Wie schon früher erwähnt, beruht unser ganzes Verständniß des Organismus wesentlich auf der von Schleiden und Schwann im Jahre 1838 aufgestellten Zellentheorie. Danach ist jeder

Organismus entweder eine einfache Zelle oder eine Gemeinde, ein Staat von eng verbundenen Zellen. Die gesammten Formen und Lebenserscheinungen eines jeden Organismus sind das Gesammtresultat der Formen und Lebenserscheinungen aller einzelnen ihn zusammensetzenden Zellen. In Folge der neueren Fortschritte der Zellenlehre ist es nöthig geworden, die Elementarorganismen oder die organischen „Individuen erster Ordnung", welche man gewöhnlich als „Zellen" bezeichnet, mit dem allgemeineren und passenderen Namen der Bildnerinnen oder Plastiden zu belegen. Wir unterscheiden unter diesen Bildnerinnen zwei Hauptgruppen, nämlich Cytoden und echte Zellen. Die Cytoden sind kernlose Plasmastücke, gleich den Moneren (S. 167, Fig. 1). Die Zellen dagegen sind Plasmastücke, welche einen Kern oder Nucleus enthalten (S. 169, Fig. 2). Jede dieser beiden Hauptformen von Plastiden zerfällt wieder in zwei untergeordnete Formgruppen, je nachdem sie eine äußere Umhüllung (Haut, Schale oder Membran) besitzt oder nicht. Wir können demnach allgemein folgende vier verschiedene Plastidenarten unterscheiden: 1. Urcytoden (S. 167, Fig 1 A); 2. Hüllcytoden; 3. Urzellen (S. 169, Fig. 2 B); 4. Hüllzellen (S. 169, Fig. 2 A).

Was das Verhältniß dieser vier Plastidenformen zur Urzeugung betrifft, so ist folgendes das Wahrscheinlichste: 1. die Urcytoden (Gymnocytoda), nackte Plasmastücke ohne Kern, gleich den heute noch lebenden Moneren, sind die einzigen Plastiden, welche unmittelbar durch Urzeugung entstanden; 2. die Hüllcytoden (Lepocytoda), Plasmastücke ohne Kern, welche von einer Hülle (Membran oder Schale) umgeben sind, entstanden aus den Urcytoden entweder durch Verdichtung der oberflächlichsten Plasmaschichten oder durch Ausscheidung einer Hülle; 3. die Urzellen (Gymnocyta) oder nackte Zellen, Plasmastücke mit Kern, aber ohne Hülle, entstanden aus den Urcytoden durch Verdichtung der innersten Plasmatheile zu einem Kerne oder Nucleus, durch Differenzirung von centralem Kerne und peripherischem Zellstoff; 4. die Hüllzellen (Lepocyta) oder Hautzellen, Plasmastücke mit Kern und mit äußerer Hülle (Membran oder Schale),

entſtanden entweder aus den Hüllcytoden durch Bildung eines Kernes oder aus den Urzellen durch Bildung einer Membran. Alle übrigen Formen von Bildnerinnen oder Plaſtiden, welche außerdem noch vorkommen, ſind erſt nachträglich durch natürliche Züchtung, durch Abſtammung mit Anpaſſung, durch Differenzirung und Umbildung aus jenen vier Grundformen entſtanden.

Durch dieſe Plaſtidentheorie, durch dieſe Ableitung aller verſchiedenen Plaſtidenformen und ſomit auch aller aus ihnen zuſammengeſetzten Organismen von den Moneren, kommt ein einfacher und natürlicher Zuſammenhang in die geſammte Entwickelungstheorie. Die Entſtehung der erſten Moneren durch Urzeugung erſcheint uns als ein einfacher und nothwendiger Vorgang in dem Entwickelungsproceß des Erdkörpers. Ich gebe zu, daß dieſer Vorgang, ſo lange er noch nicht direct beobachtet oder durch das Experiment wiederholt iſt, eine reine Hypotheſe bleibt. Allein ich wiederhole, daß dieſe Hypotheſe für den ganzen Zuſammenhang der natürlichen Schöpfungsgeſchichte unentbehrlich iſt, daß ſie an ſich durchaus nichts Gezwungenes und Wunderbares mehr hat, und daß ſie keinenfalls jemals poſitiv widerlegt werden kann. Auch iſt zu berückſichtigen, daß der Vorgang der Urzeugung, ſelbſt wenn er alltäglich und ſtündlich noch heute ſtattfände, auf jeden Fall äußerſt ſchwierig zu beobachten und mit untrüglicher Sicherheit als ſolcher feſtzuſtellen ſein würde. Den heute noch lebenden Moneren gegenüber finden wir uns aber in folgende Alternative verſetzt: Entweder ſtammen dieſelben wirklich direct von den zuerſt entſtandenen oder „erſchaffenen“ älteſten Moneren ab, und dann müßten ſie ſich ſchon viele Millionen Jahre hindurch unverändert fortgepflanzt und in der urſprünglichen Form einfacher Plasmaſtückchen erhalten haben. Oder die heutigen Moneren ſind erſt viel ſpäter im Laufe der organiſchen Erdgeſchichte durch wiederholte Urzeugungs-Acte entſtanden, und dann kann die Urzeugung eben ſo gut noch heute ſtattfinden; ſie kann ſich unendlich oft wiederholen. Offenbar hat die letztere Annahme viel mehr Wahrſcheinlichkeit für ſich als die erſtere.

Wenn Sie die Hypothese der Urzeugung nicht annehmen, so müssen Sie an diesem einzigen Punkte der Entwickelungstheorie zum Wunder einer übernatürlichen Schöpfung Ihre Zuflucht nehmen. Der Schöpfer muß dann den ersten Organismus oder die wenigen ersten Organismen, von denen alle übrigen abstammen, jedenfalls einfachste Moneren oder Urcytoden, als solche geschaffen und ihnen die Fähigkeit beigelegt haben, sich in mechanischer Weise weiter zu entwickeln. Ich überlasse es einem Jeden von Ihnen, zwischen dieser Vorstellung und der Hypothese der Urzeugung zu wählen. Mir scheint die Vorstellung, daß der Schöpfer an diesem einzigen Punkte willkürlich in den gesetzmäßigen Entwickelungsgang der Materie eingegriffen habe, der im Uebrigen ganz ohne seine Mitwirkung verläuft, ebenso unbefriedigend für das gläubige Gemüth, wie für den wissenschaftlichen Verstand zu sein. Nehmen wir dagegen für die Entstehung der ersten Organismen die Hypothese der Urzeugung an, welche aus den oben erörterten Gründen, insbesondere durch die Entdeckung der Moneren, ihre frühere Schwierigkeit verloren hat, so gelangen wir zur Herstellung eines ununterbrochenen natürlichen Zusammenhanges zwischen der Entwickelung der Erde und der von ihr geborenen Organismen, und wir erkennen auch in dem letzten noch zweifelhaften Punkte die Einheit der gesammten Natur und die Einheit ihrer Entwickelungsgesetze.

Vierzehnter Vortrag.

Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde.

Chorologiſche Thatſachen und Urſachen. Einmalige Entſtehung der meiſten Arten an einem einzigen Orte: „Schöpfungsmittelpunkte“. Ausbreitung durch Wanderung. Active und paſſive Wanderungen der Thiere und Pflanzen. Transportmittel. Transport der Keime durch Waſſer und Wind. Beſtändige Veränderung der Verbreitungsbezirke durch Hebungen und Senkungen des Bodens. Chorologiſche Bedeutung der geologiſchen Vorgänge. Einfluß des Klima-Wechſels. Eiszeit oder Glacial-Periode. Ihre Bedeutung für die Chorologie. Bedeutung der Wanderungen für die Entſtehung neuer Arten. Iſolirung der Koloniſten. Wagners „Migrationsgeſetz“. Verhältniß der Migrationstheorie zur Selectionstheorie. Uebereinſtimmung ihrer Folgerungen mit der Deſcendenztheorie.

Meine Herren! Wie ich ſchon zu wiederholten Malen hervorgehoben habe, wie aber nie genug betont werden kann, liegt der eigentliche Werth und die unüberwindliche Stärke der Deſcendenztheorie nicht darin, daß ſie uns dieſe oder jene einzelne Erſcheinung erläutert, ſondern darin, daß ſie uns die Geſammtheit der biologiſchen Phänomene erklärt, daß ſie uns alle botaniſchen und zoologiſchen Erſcheinungsreihen in ihrem inneren Zuſammenhange verſtändlich macht. Daher wird jeder denkende Forſcher um ſo feſter und tiefer von ihrer Wahrheit durchdrungen, je mehr er ſeinen Blick von einzelnen biologiſchen Wahrnehmungen zu einer allgemeinen Betrachtung des Geſammtgebietes des Thier- und Pflanzenlebens erhebt.

Digitized by Google

Laſſen Sie uns nun jetzt, von dieſem umfaſſenden Standpunkt aus, ein biologiſches Gebiet überblicken, deſſen mannichfaltige und verwickelte Erſcheinungen beſonders einfach und lichtvoll durch die Deſcendenztheorie erklärt werden. Ich meine die Chorologie oder die Lehre von der räumlichen Verbreitung der Organismen über die Erdoberfläche. Darunter verſtehe ich nicht nur die geographiſche Verbreitung der Thier- und Pflanzenarten über die verſchiedenen Erdtheile und deren Provinzen, über Feſtländer und Inſeln, Meere und Flüſſe; ſondern auch die topographiſche Verbreitung derſelben in verticaler Richtung, ihr Hinaufſteigen auf die Höhen der Gebirge, ihr Hinabſteigen in die Tiefen des Oceans.

Wie Ihnen bekannt ſein wird, haben die ſonderbaren chorologiſchen Erſcheinungsreihen, welche die horizontale Verbreitung der Organismen über die Erdtheile, und ihre verticale Verbreitung in Höhen und Tiefen darbieten, ſchon ſeit längerer Zeit allgemeines Intereſſe erweckt. In neuerer Zeit haben namentlich Alexander Humboldt, Frederick Schouw und Grieſebach die Geographie der Pflanzen, Berghaus, Schmarda und Wallace die Geographie der Thiere in weiterem Umfange behandelt. Aber obwohl dieſe und manche andere Naturforſcher unſere Kenntniſſe von der Verbreitung der Thier- und Pflanzenformen vielfach gefördert und uns ein weites Gebiet des Wiſſens voll wunderbarer und intereſſanter Erſcheinungen zugänglich gemacht haben, ſo blieb doch die ganze Chorologie immer nur ein zerſtreutes Wiſſen von einer Maſſe einzelner Thatſachen. Eine Wiſſenſchaft konnte man ſie nicht nennen, ſo lange uns die wirkenden Urſachen zur Erklärung dieſer Thatſachen fehlten. Dieſe Urſachen hat uns erſt die mit der Selectionstheorie eng verbundene Migrationstheorie, die Lehre von den Wanderungen der Thier- und Pflanzenarten, enthüllt, und erſt ſeit Darwin können wir von einer ſelbſtſtändigen chorologiſchen Wiſſenſchaft reden. Nächſt Darwin haben namentlich Wallace und Moriz Wagner dieſelbe gefördert.

Wenn man die geſammten Erſcheinungen der geographiſchen und topographiſchen Verbreitung der Organismen an und für ſich betrachtet,

ohne Rücksicht auf die allmähliche Entwickelung der Arten, und wenn man zugleich, dem herkömmlichen Aberglauben folgend, die einzelnen Thier- und Pflanzenarten als selbstständig erschaffene und von einander unabhängige Formen betrachtet, so bleibt nichts anderes übrig, als jene Erscheinungen wie eine bunte Sammlung von unbegreiflichen und unerklärlichen Wundern anzustaunen. Sobald man aber diesen niederen Standpunkt verläßt und mit der Annahme einer Stammverwandtschaft der verschiedenen Species sich zur Höhe der Entwickelungstheorie erhebt, so fällt sogleich ein vollständig erklärendes Licht auf jenes mystische Wundergebiet, und wir sehen, daß sich alle jene chorologischen Thatsachen ganz einfach und leicht aus der Annahme einer gemeinsamen Abstammung der Arten und ihrer passiven und activen Wanderung verstehen lassen.

Der wichtigste Grundsatz, von dem wir in der Chorologie ausgehen müssen, und von dessen Wahrheit uns jede tiefere Betrachtung der Selectionstheorie überzeugt, ist, daß in der Regel jede Thier- und Pflanzenart nur einmal im Lauf der Zeit und nur an einem Orte der Erde, an ihrem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte", durch natürliche Züchtung entstanden ist. Ich theile diese Ansicht Darwin's unbedingt in Bezug auf die große Mehrzahl der höheren und vollkommenen Organismen, in Bezug auf die allermeisten Thiere und Pflanzen, bei denen die Arbeitstheilung oder Differenzirung der sie zusammensetzenden Zellen und Organe einen gewissen Grad erreicht hat. Denn es ist ganz unglaublich, oder könnte doch nur durch einen höchst seltenen Zufall geschehen, daß alle die mannichfaltigen und verwickelten Umstände, alle die verschiedenen Bedingungen des Kampfes um's Dasein, die bei der Entstehung einer neuen Art durch natürliche Züchtung wirksam sind, genau in derselben Vereinigung und Verbindung mehr als einmal in der Erdgeschichte, oder gleichzeitig an mehreren verschiedenen Punkten der Erdoberfläche zusammen gewirkt haben.

Dagegen halte ich es für sehr wahrscheinlich, daß gewisse höchst unvollkommene Organismen vom einfachsten Bau, also Species von höchst indifferenter Natur, wie z. B. manche einzellige Protisten, na-

mentlich aber die einfachſten von allen, die Moneren, mehrmals oder gleichzeitig an mehreren Stellen der Erde entſtanden ſeien. Denn die wenigen einfachen Bedingungen, durch welche ihre ſpecifiſche Geſtalt im Kampfe um's Daſein umgebildet wurde, können ſich wohl öfter im Laufe der Zeit, oder unabhängig von einander an verſchiedenen Stellen der Erde wiederholt haben. Ferner können auch diejenigen höheren ſpecifiſchen Formen, welche nicht durch natürliche Züchtung, ſondern durch Baſtardzeugung entſtanden ſind, die früher erwähnten Baſtardarten (S. 130, 245), wiederholt an verſchiedenen Orten neu entſtanden ſein. Da uns jedoch dieſe verhältnißmäßig geringe Anzahl von Organismen hier vorläufig noch nicht näher intereſſirt, ſo können wir in chorologiſcher Beziehung von ihnen abſehen, und brauchen bloß die Verbreitung der großen Mehrzahl der Thier- und Pflanzenarten in Betracht zu ziehen, bei denen die einmalige Entſtehung jeder Species an einem einzigen Orte, an ihrem ſogenannten „Schöpfungsmittelpunkte", aus vielen wichtigen Gründen als hinreichend geſichert angeſehen werden kann.

Jede Thier- und Pflanzenart hat nun von Anbeginn ihrer Exiſtenz an das Streben beſeſſen, ſich über die beſchränkte Localität ihrer Entſtehung, über die Schranken ihres „Schöpfungsmittelpunktes" oder beſſer geſagt ihrer Urheimath oder ihres Geburtsortes hinaus auszubreiten. Das iſt eine nothwendige Folge der früher erörterten Bevölkerungs- und Uebervölkerungsverhältniſſe (S. 144, 228). Je ſtärker eine Thier- oder Pflanzenart ſich vermehrt, deſto weniger reicht ihr beſchränkter Geburtsort für ihren Unterhalt aus, deſto heftiger wird der Kampf um's Daſein, deſto raſcher tritt eine Uebervölkerung der Heimath und in Folge deſſen Auswanderung ein. Dieſe Wanderungen ſind allen Organismen gemeinſam und ſie ſind die eigentliche Urſache der weiten Verbreitung der verſchiedenen Organismenarten über die Erdoberfläche. Wie die Menſchen aus den übervölkerten Staaten, ſo wandern Thiere und Pflanzen allgemein aus ihrer übervölkerten Urheimath aus.

Auf die hohe Bedeutung dieſer ſehr intereſſanten Wanderungen

der Organismen haben schon früher viele ausgezeichnete Naturforscher, insbesondere Lyell[11]), Schleiden u. A. wiederholt aufmerksam gemacht. Die Transportmittel, durch welche dieselben geschehen, sind äußerst mannichfaltig. Darwin hat dieselben im elften und zwölften Capitel seines Werks, welche der „geographischen Verbreitung" ausschließlich gewidmet sind, vortrefflich erörtert. Die Transportmittel sind theils active, theils passive; d. h. der Organismus bewerkstelligt seine Wanderungen theils durch freie Ortsbewegungen, die von ihm selbst ausgehen, theils durch Bewegungen anderer Naturkörper, an denen er sich nicht selbstthätig betheiligt.

Die activen Wanderungen spielen selbstverständlich die größte Rolle bei den frei beweglichen Thieren. Je freier die Bewegung eines Thieres nach allen Richtungen hin durch seine Organisation erlaubt ist, desto leichter kann diese Thierart wandern, und desto rascher sich über die Erde ausbreiten. Am meisten begünstigt sind in dieser Beziehung natürlich die fliegenden Thiere, und insbesondere unter den Wirbelthieren die Vögel, unter den Gliederthieren die Insecten. Leichter als alle anderen Thiere konnten sich diese beiden Klassen alsbald nach ihrer Entstehung über die ganze Erde verbreiten, und daraus erklärt sich auch zum Theil die ungemeine innere Einförmigkeit, welche diese beiden großen Thierklassen vor allen anderen auszeichnet. Denn obwohl dieselben eine außerordentliche Anzahl von verschiedenen Arten enthalten, und obwohl die Insectenklasse allein mehr verschiedene Species besitzen soll, als alle übrigen Thierklassen zusammengenommen, so stimmen dennoch alle diese unzähligen Insectenarten, und ebenso andererseits die verschiedenen Vögelarten, in allen wesentlichen Eigenthümlichkeiten ihrer Organisation ganz auffallend überein. Daher kann man sowohl in der Klasse der Insecten, als in derjenigen der Vögel, nur eine sehr geringe Anzahl von größeren natürlichen Gruppen oder „Ordnungen" unterscheiden, und diese wenigen Ordnungen weichen im inneren Bau nur sehr wenig von einander ab. Die artenreichen Vögelordnungen sind lange nicht so weit von einander verschieden, wie die viel weniger

artenreichen Ordnungen der Säugethierklasse; und die an Genera- und Speciesformen äußerst reichen Insectenordnungen stehen sich im inneren Bau viel näher, als die viel kleineren Ordnungen der Krebsklasse. Die durchgehende Parallele zwischen den Vögeln und Insecten ist auch in dieser systematischen Beziehung sehr interessant; und die größte Bedeutung ihres Formenreichthums für die wissenschaftliche Morphologie liegt darin, daß sie uns zeigen, wie innerhalb des engsten anatomischen Spielraums, und ohne tiefere Veränderungen der wesentlichen inneren Organisation, die größte Mannichfaltigkeit der äußeren Körperform sich ausbilden kann. Offenbar liegt der Grund dafür in der fliegenden Lebensweise und in der freiesten Ortsbewegung. In Folge dessen haben sich Vögel sowohl als Insecten sehr rasch über die ganze Erdoberfläche verbreitet, haben an allen möglichen, anderen Thieren unzugänglichen Localitäten sich angesiedelt, und nun durch oberflächliche Anpassung an bestimmte Localverhältnisse ihre specifische Form vielfach modificirt.

Nächst den fliegenden Thieren haben natürlich am raschesten und weitesten sich diejenigen ausgebreitet, die nächstdem am besten wandern konnten, die besten Läufer unter den Landbewohnern, die besten Schwimmer unter den Wasserbewohnern. Das Vermögen derartiger activer Wanderungen ist aber nicht bloß auf diejenigen Thiere beschränkt, welche ihr ganzes Leben hindurch sich freier Ortsbewegung erfreuen. Denn auch die festsitzenden Thiere, wie z. B. die Korallen, die Röhrenwürmer, die Seescheiden, die Seelilien, die Taschen, die Rankenkrebse und viele andere niedere Thiere, die auf Seepflanzen, Steinen u. dgl. festgewachsen sind, genießen doch in ihrer Jugend wenigstens freie Ortsbewegung. Sie alle wandern, ehe sie sich festsetzen. Gewöhnlich ist der erste frei bewegliche Jugendzustand derselben eine flimmernde Larve, ein rundliches Körperchen, welches mittelst eines Kleides von beweglichen Flimmerhaaren im Wasser umherschwärmt und den Namen Gastrula führt.

Aber nicht auf die Thiere allein ist das Vermögen der freien Ortsbewegung und somit auch der activen Wanderung beschränkt,

ſondern ſelbſt viele Pflanzen erfreuen ſich deſſelben. Viele niedere Waſſerpflanzen, insbeſondere aus der Tangklaſſe, ſchwimmen in ihrer erſten Jugend, gleich den eben erwähnten niederen Thieren, mittelſt beweglicher Flimmerhaare, entweder einer ſchwingenden Geißel oder eines zitternden Wimperpelzes, frei im Waſſer umher und ſetzen ſich erſt ſpäter feſt. Selbſt bei vielen höheren Pflanzen, die wir als kriechende und kletternde bezeichnen, können wir von einer activen Wanderung ſprechen. Der langgeſtreckte Stengel oder Wurzelſtock derſelben kriecht oder klettert während ſeines langen Wachsthums nach neuen Standorten und erobert ſich mittelſt ſeiner weitverzweigten Aeſte einen neuen Wohnort, in dem er ſich durch Knospen befeſtigt, und neue Kolonien von anderen Individuen ſeiner Art hervorruft.

So einflußreich nun aber auch dieſe activen Wanderungen der meiſten Thiere und vieler Pflanzen ſind, ſo würden ſie allein doch bei weitem nicht ausreichen, uns die Chorologie der Organismen zu erklären. Vielmehr ſind bei weitem wichtiger und von ungleich größerer Wirkung, wenigſtens für die meiſten Pflanzen und für viele Thiere, von jeher die paſſiven Wanderungen geweſen. Solche paſſive Ortsveränderungen werden durch äußerſt mannichfaltige Urſachen hervorgebracht. Luft und Waſſer in ihrer ewigen Bewegung, Wind und Wellen in ihrer mannichfaltigen Strömung ſpielen dabei die größte Rolle. Der Wind hebt allerorten und allerzeiten leichte Organismen, kleine Thiere und Pflanzen, namentlich aber die jugendlichen Keime derſelben, Thiereier und Pflanzenſamen, in die Höhe, und führt ſie weithin über Land und Meer. Wo dieſelben in das Waſſer fallen, werden ſie von Strömungen oder Wellen erfaßt und nach anderen Orten hingeführt. Wie weit in vielen Fällen Baumſtämme, hartſchalige Früchte und andere ſchwer verwesliche Pflanzentheile durch den Lauf der Flüſſe und durch die Strömungen des Meeres von ihrer urſprünglichen Heimath weggeführt werden, iſt aus zahlreichen Beiſpielen bekannt. Palmenſtämme aus Weſtindien werden durch den Golfſtrom nach den britiſchen und norwegiſchen Küſten gebracht. Alle großen Ströme führen Treibholz aus den Ge-

birgen und oft Alpenpflanzen aus ihrer Quellen-Heimath in die Ebenen hinab und weiter bis zu ihrer Ausmündung in das Meer. Zwiſchen dem Wurzelwerk dieſer fortgetriebenen Pflanzen, zwiſchen dem Gezweige der fortgeſchwemmten Baumſtämme ſitzen oft zahlreiche Bewohner derſelben, welche an der paſſiven Wanderung Theil nehmen müſſen. Die Baumrinde iſt mit Moos, Flechten und paraſitiſchen Inſecten bedeckt. Andere Inſecten, Spinnen u. dergl., ſelbſt kleine Reptilien und Säugethiere, ſitzen geborgen in dem hohlen Stamme oder halten ſich feſt an den Zweigen. In der Erde, die zwiſchen die Wurzelfaſern eingeklemmt iſt, in dem Staube, welcher in den Rindenſpalten feſtſitzt, befinden ſich zahlloſe Keime von kleineren Thieren und Pflanzen. Landet nun der fortgetriebene Stamm glücklich an einer fremden Küſte oder einer fernen Inſel, ſo können die Gäſte, welche an der unfreiwilligen Reiſe Theil nehmen mußten, ihr Fahrzeug verlaſſen und ſich in dem neuen Vaterlande anſiedeln.

Eine ſeltſame beſondere Form dieſes Waſſertransportes vermitteln die ſchwimmenden Eisberge, die ſich alljährlich von dem ewigen Eiſe der Polarmeere ablöſen. Obwohl jene kalten Zonen im Ganzen ſehr ſpärlich bevölkert ſind, ſo können doch manche von ihren Bewohnern, die ſich zufällig auf einem Eisberge während ſeiner Ablöſung befanden, mit demſelben von den Strömungen fortgeführt und an wärmeren Küſten gelandet werden. So iſt ſchon oft mit abgelöſten Eisblöcken des nördlichen Eismeeres eine ganze kleine Bevölkerung von Thieren und Pflanzen nach den nördlichen Küſten von Europa und Amerika geführt worden. Ja ſogar einzelne Eisfüchſe und Eisbären ſind ſo nach Island und den britiſchen Inſeln gelangt.

Keine geringere Bedeutung als der Waſſertransport beſitzt für die paſſiven Wanderungen der Lufttransport. Der Staub, der unſere Straßen und Dächer bedeckt, die Erdkruſte, welche auf trockenen Feldern und ausgetrockneten Waſſerbecken ſich befindet, die leichte Humusdecke des Waldbodens, kurz die ganze Oberfläche des trockenen Landes enthält Millionen von kleinen Organismen und von Keimen derſelben. Viele von dieſen kleinen Thieren und Pflanzen können ohne Schaden

vollständig austrocknen und erwachen wieder zum Leben, sobald sie befeuchtet werden. Jeder Windstoß hebt mit dem Staube unzählige solche kleine Lebewesen in die Höhe und führt sie oft meilenweit nach anderen Orten hin. Aber auch größere Organismen, und namentlich Keime von solchen, können oft weite passive Luftreisen machen. Bei vielen Pflanzen sind die Samenkörner mit leichten Federkronen versehen, die wie Fallschirme wirken und ihr Schweben in der Luft erleichtern, ihr Niederfallen erschweren. Spinnen machen auf ihrem leichten Fadengespinnste, dem sogenannten „fliegenden Weiber-Sommer", meilenweite Luftreisen. Junge Frösche werden durch Wirbelwinde oft zu Tausenden in die Luft erhoben und fallen als sogenannter „Froschregen" an einem entfernten Orte nieder. Vögel und Insecten können durch Stürme über den halben Erdkreis weggeführt werden. Sie fallen in den vereinigten Staaten nieder, nachdem sie sich in England erhoben hatten. In Kalifornien aufgeflogen, kommen sie in China erst wieder zur Ruhe. Mit den Vögeln und Insecten können aber wieder viele andere Organismen die Reise von einem Continent zum andern machen. Selbstverständlich wandern mit allen Organismen die auf ihnen wohnenden Parasiten, deren Zahl Legion ist: die Flöhe, Läuse, Milben, Pilze u. s. w. In der Erde, die oft zwischen den Zehen der Vögel beim Auffliegen hängen bleibt, sitzen wiederum kleine Thiere und Pflanzen oder Keime von solchen. Und so kann die freiwillige oder unfreiwillige Wanderung eines einzigen größeren Organismus eine kleine Flora oder Fauna mit vielen verschiedenen Arten aus einem Welttheil in den andern hinüber führen.

Außer den angegebenen Transportmitteln giebt es nun auch noch viele andere, die die Verbreitung der Thier- und Pflanzen-Arten über weite Strecken der Erdoberfläche, und insbesondere die allgemeine Verbreitung der sogenannten kosmopolitischen Species erklären. Doch würden wir uns hieraus allein bei weitem nicht alle chorologischen Thatsachen erklären können. Wie kommt es z. B., daß viele Süßwasserbewohner in zahlreichen, weit von einander getrennten und ganz gesonderten Flußgebieten oder Seen leben? Wie kommt es, daß viele

Digitized by Google

Gebirgsbewohner, die in der Ebene gar nicht exiſtiren können, auf gänzlich getrennten und weit entfernten Gebirgsketten gefunden werden? Daß jene Süßwaſſerbewohner die zwiſchen ihren Waſſergebieten liegenden Landſtrecken, daß dieſe Gebirgsbewohner die zwiſchen ihren Gebirgsheimathen liegenden Ebenen in irgend einer Weiſe activ oder paſſiv durchwandert hätten, iſt ſchwer anzunehmen und in vielen Fällen gar nicht denkbar. Hier kommt uns nun als mächtiger Bundesgenoſſe die Geologie zur Hülfe. Sie löſt uns jene ſchwierigen Räthſel vollſtändig.

Die Entwickelungsgeſchichte der Erde zeigt uns, daß die Vertheilung von Land und Waſſer an ihrer Oberfläche ſich in ewigem und ununterbrochenem Wechſel befindet. Ueberall finden in Folge von geologiſchen Veränderungen des Erdinnern, bald hier bald dort ſtärker vortretend oder nachlaſſend, Hebungen und Senkungen des Bodens ſtatt. Wenn dieſelben auch ſo langſam geſchehen, daß ſie im Laufe des Jahrhunderts die Meeresküſte nur um wenige Zolle, oder ſelbſt nur um ein paar Linien heben oder ſenken, ſo bewirken ſie doch im Laufe langer Zeiträume erſtaunliche Reſultate. Und an langen, an unermeßlich langen Zeiträumen hat es in der Erdgeſchichte niemals gefehlt. Im Laufe der vielen Millionen Jahre, ſeit ſchon organiſches Leben auf der Erde exiſtirt, haben Land und Meer ſich beſtändig um die Herrſchaft geſtritten. Continente und Inſeln ſind unter Meer verſunken, und neue ſind aus ſeinem Schooße emporgeſtiegen. Seen und Meere ſind langſam gehoben worden und ausgetrocknet, und neue Waſſerbecken ſind durch Senkung des Bodens entſtanden. Halbinſeln wurden zu Inſeln, indem die ſchmale Landzunge, die ſie mit dem Feſtlande verband, unter Waſſer ſank. Die Inſeln eines Archipelagus wurden zu Spitzen einer zuſammenhängenden Gebirgskette, wenn der ganze Boden ihres Meeres bedeutend gehoben wurde.

So war einſt das Mittelmeer ein Binnenſee, als noch an Stelle der Gibraltarſtraße Afrika durch eine Landenge mit Spanien zuſammenhing. England hat mit dem europäiſchen Feſtlande ſelbſt während der neueren Erdgeſchichte, als ſchon Menſchen exiſtirten, wieder-

holt zuſammengehangen und iſt wiederholt davon getrennt worden. Ja ſogar Europa und Nordamerika haben unmittelbar in Zuſammenhang geſtanden. Die Südſee bildete einſt einen großen paciſiſchen Continent, und die zahlloſen kleinen Inſeln, die heute in derſelben zerſtreut liegen, waren bloß die höchſten Kuppen der Gebirge, die jenen Continent bedeckten. Der indiſche Ocean exiſtirte in Form eines Continents, der von den Sunda-Inſeln längs des ſüdlichen Aſiens ſich bis zur Oſtküſte von Afrika erſtreckte. Dieſer einſtige große Continent, den der Engländer Sclater wegen der für ihn charakteriſtiſchen Halbaffen Lemuria genannt hat, iſt zugleich von großer Bedeutung als die wahrſcheinliche Wiege des Menſchengeſchlechts, das hier ſich vermuthlich zuerſt aus anthropoiden Affen hervorbildete. Ganz beſonders intereſſant iſt aber der wichtige Nachweis, welchen Alfred Wallace [*]) mit Hülfe chorologiſcher Thatſachen geführt hat, daß der heutige malayiſche Archipel eigentlich aus zwei ganz verſchiedenen Abtheilungen beſteht. Die weſtliche Abtheilung, der indo-malayiſche Archipel, umfaßt die großen Inſeln Borneo, Java und Sumatra, und hing früher durch Malakka mit dem aſiatiſchen Feſtlande und wahrſcheinlich auch mit dem eben genannten Lemurien zuſammen. Die öſtliche Abtheilung dagegen, der auſtral-malayiſche Archipel, Celebes, die Molukken, Neuguinea, die Salomons-Inſeln u. ſ. w. umfaſſend, ſtand früherhin mit Auſtralien in unmittelbarem Zuſammenhang. Beide Abtheilungen waren vormals zwei durch eine Meerenge getrennte Continente, ſind aber jetzt größtentheils unter den Meeresſpiegel verſunken. Die Lage jener früheren Meerenge, deren Südende zwiſchen Bali und Lombok hindurch geht, hat Wallace bloß auf Grund ſeiner genauen chorologiſchen Beobachtungen in der ſcharfſinnigſten Weiſe feſt zu beſtimmen vermocht.

So haben, ſeitdem tropfbar-flüſſiges Waſſer auf der Erde exiſtirt, die Grenzen von Waſſer und Land ſich in ewigem Wechſel verändert, und man kann behaupten, daß die Umriſſe der Continente und Inſeln nicht eine Stunde, ja nicht eine Minute hindurch ſich jemals gleich geblieben ſind. Denn ewig und ununterbrochen nagt die Brandung

an dem Saume der Küſten; und was das Land an dieſen Stellen beſtändig an Ausdehnung verliert, das gewinnt es an anderen Stellen durch Anhäufung von Schlamm, der ſich zu feſtem Geſtein verdichtet und wieder über den Meeresſpiegel als neues Land ſich erhebt. Nichts kann irriger ſein, als die Vorſtellung von einem feſten und unveränderlichen Umriſſe unſerer Continente, wie ſie uns in früher Jugend ſchon durch unſeren mangelhaften, der geologiſchen Baſis entbehrenden geographiſchen Unterricht eingeprägt wird.

Nun brauche ich Sie wohl kaum noch darauf aufmerkſam zu machen, wie äußerſt wichtig von jeher dieſe geologiſchen Veränderungen der Erdoberfläche für die Wanderungen der Organismen und in Folge deſſen für ihre Chorologie geweſen ſein müſſen. Wir lernen dadurch begreifen, wie dieſelben oder ganz nahe verwandte Thier- und Pflanzen-Arten auf verſchiedenen Inſeln vorkommen können, obwohl ſie nicht das Waſſer zwiſchen denſelben durchwandern können, und wie andere, das Süßwaſſer bewohnende Arten in verſchiedenen geſchloſſenen Seebecken wohnen können, obgleich ſie nicht das Land zwiſchen denſelben zu überſchreiten vermögen. Jene Inſeln waren früher Bergſpitzen eines zuſammenhängenden Feſtlandes, und dieſe Seen ſtanden einſtmals in unmittelbarem Zuſammenhang. Durch geologiſche Senkung wurden die erſteren, durch Hebung die letzteren getrennt. Wenn wir nun ferner bedenken, wie oft und wie ungleichmäßig an den verſchiedenen Stellen der Erde ſolche wechſelnde Hebungen und Senkungen ſtattfanden und in Folge deſſen die Grenzen der geographiſchen Verbreitungsbezirke der Arten ſich veränderten, wenn wir bedenken, wie außerordentlich mannichfaltig dadurch die activen und paſſiven Wanderungen der Organismen beeinflußt werden mußten, ſo lernen wir vollſtändig die bunte Mannichfaltigkeit des Bildes begreifen, welches uns gegenwärtig die Vertheilung der Thier- und Pflanzen-Arten darbietet.

Noch ein anderer wichtiger Factor iſt aber hier hervorzuheben, der ebenfalls für die volle Erklärung jenes bunten geographiſchen Bildes von großer Bedeutung iſt, und manche ſehr dunkle Thatſachen aufhellt, die wir ohne ihn nicht begreifen würden. Das iſt nämlich der

allmähliche Klima-Wechſel, welcher während des langen Verlaufs der organiſchen Erdgeſchichte ſtattgefunden hat. Wie wir ſchon im vorhergehenden Vortrage geſehen haben, muß beim Beginne des organiſchen Lebens auf der Erde allgemein eine viel höhere und gleichmäßigere Temperatur geherrſcht haben, als gegenwärtig ſtattfindet. Die Zonen-Unterſchiede, die jetzt ſehr auffallend hervortreten, fehlten damals noch gänzlich. Wahrſcheinlich viele Millionen Jahre hindurch herrſchte auf der ganzen Erde ein Klima, welches dem heißeſten Tropenklima der Jetztzeit nahe ſtand oder daſſelbe noch übertraf. Der höchſte Norden, bis zu welchem der Menſch jetzt vorgedrungen iſt, war damals mit Palmen und anderen Tropengewächſen bedeckt, deren verſteinerte Reſte wir noch jetzt dort finden. Sehr langſam und allmählich nahm ſpäterhin die Temperatur ab; aber immer noch blieben die Pole ſo warm, daß die ganze Erdoberfläche für Organismen bewohnbar war. Erſt in einer verhältnißmäßig ſehr jungen Periode der Erdgeſchichte, nämlich im Beginn der Tertiärzeit, erfolgte, wie es ſcheint, die erſte wahrnehmbare Abkühlung der Erdrinde von den beiden Polen her, und ſomit die erſte Differenzirung oder Sonderung verſchiedener Temperatur-Gürtel oder klimatiſcher Zonen. Die langſame und allmähliche Abnahme der Temperatur bildete ſich nun innerhalb der Tertiärperiode immer weiter aus, bis zuletzt an beiden Polen der Erde das erſte Eis entſtand.

Wie wichtig dieſer Klima-Wechſel für die geographiſche Verbreitung der Organismen und für die Entſtehung zahlreicher neuer Arten werden mußte, braucht kaum ausgeführt zu werden. Die Thier- und Pflanzen-Arten, die bis zur Tertiärzeit hin überall auf der Erde bis zu den Polen ein angenehmes tropiſches Klima gefunden hatten, waren nunmehr gezwungen, entweder ſich der eindringenden Kälte anzupaſſen oder vor derſelben zu fliehen. Diejenigen Species, welche ſich anpaßten und an die ſinkende Temperatur gewöhnten, wurden durch dieſe Acclimatiſation ſelbſt unter dem Einfluſſe der natürlichen Züchtung in neue Arten umgewandelt. Die anderen Arten, welche vor der Kälte flohen, mußten auswandern und in den niederen Breiten ein milderes Klima

ſuchen. Dadurch mußten die bisherigen Verbreitungs-Bezirke der Arten gewaltig verändert werden.

Nun blieb aber in dem letzten großen Abſchnitte der Erdgeſchichte, in der auf die Tertiärzeit folgenden Quartär-Periode (oder in der Diluvial-Zeit) die Wärme-Abnahme der Erde von den Polen her keineswegs ſtehen. Vielmehr ſank die Temperatur nun tiefer und tiefer, ja ſelbſt weit unter den heutigen Grad herab. Das nördliche und mittlere Aſien, Europa und Nord-Amerika bedeckte ſich vom Nordpol her in großer Ausdehnung mit einer zuſammenhängenden Eisdecke, welche in unſerem Erdtheile bis gegen die Alpen gereicht zu haben ſcheint. In ähnlicher Weiſe drang auch vom Südpol her die Kälte vor, und überzog einen großen, jetzt eisfreien Theil der ſüdlichen Halbkugel mit einer ſtarren Eisdecke. So blieb zwiſchen dieſen gewaltigen lebentödtenden Eiscontinenten nur noch ein ſchmaler Gürtel übrig, auf welchen das Leben der organiſchen Welt ſich zurückziehen konnte. Dieſe Periode, während welcher der Menſch bereits exiſtirte, und welche den erſten Hauptabſchnitt der ſogenannten Diluvialzeit bildet, iſt jetzt allgemein unter dem Namen der Eiszeit oder Glacialperiode bekannt und berühmt.

Der erſte Naturforſcher, der den Gedanken der Eiszeit klar erfaßte und mit Hülfe der ſogenannten Wanderblöcke oder erratiſchen Steinblöcke, ſowie der „Gletſcher-Schliffe" die große Ausdehnung der früheren Vergletſcherung von Mittel-Europa nachwies, war der geiſtvolle Karl Schimper. Von ihm angeregt, und durch die ſelbſtſtändigen Unterſuchungen des ausgezeichneten Geologen Charpentier bedeutend gefördert, unternahm es ſpäter der Schweizer Naturforſcher Louis Agaſſiz, die Theorie von der Eiszeit weiter auszuführen. In England machte ſich beſonders der Geologe Forbes um ſie verdient, und verwerthete ſie auch bereits für die Theorie von den Wanderungen und der dadurch bedingten geographiſchen Verbreitung der Arten. Agaſſiz hingegen ſchadete ſpäterhin der Theorie durch einſeitige Uebertreibung, indem er, der Kataſtrophen-Theorie Cuvier's zu Liebe, durch die plötzlich hereinbrechende Kälte der Eiszeit und die

damit verbundene „Revolution“ den gänzlichen Untergang der damals lebenden Schöpfung erklären wollte.

Auf die Eiszeit ſelbſt und die ſcharfſinnigen Unterſuchungen über ihre Grenzen näher einzugehen, habe ich hier keine Veranlaſſung, und kann um ſo mehr darauf verzichten, als die ganze neuere geologiſche Literatur davon voll iſt. Sie finden eine ausführliche Erörterung derſelben vorzüglich in den Werken von Cotta [31]), Lyell [32]), Zittel [33]) u. ſ. w. Für uns iſt hier nur das hohe Gewicht von Bedeutung, welches ſie für die Erklärung der ſchwierigſten chorologiſchen Probleme beſitzt, und welches von Darwin ſehr richtig erkannt wurde.

Es kann nämlich keinem Zweifel unterliegen, daß dieſe Vergletſcherung der heutzutage gemäßigten Zonen einen außerordentlich bedeutenden Einfluß auf die geographiſche und topographiſche Vertheilung der Organismen ausüben und dieſelbe gänzlich umgeſtalten mußte. Während die Kälte langſam von den Polen her gegen den Aequator vorrückte und Land und Meer mit einer zuſammenhängenden Eisdecke überzog, mußte ſie natürlich die ganze lebende Organismen-Welt vor ſich her treiben. Thiere und Pflanzen mußten auswandern, wenn ſie nicht erfrieren wollten. Da nun aber zu jener Zeit vermuthlich die gemäßigte und die Tropenzone nicht weniger dicht als gegenwärtig mit Pflanzen und Thieren bevölkert geweſen ſein wird, ſo muß ſich zwiſchen dieſen und den von den Polen her kommenden Eindringlingen ein furchtbarer Kampf um's Daſein erhoben haben. In dieſem Kampfe, der jedenfalls viele Jahrtauſende dauerte, werden viele Arten zu Grunde gegangen, viele Arten abgeändert und zu neuen Species umgebildet worden ſein. Die bisherigen Verbreitungsbezirke der Arten aber mußten völlig verändert werden. Und dieſer Kampf muß auch dann noch fortgedauert haben, ja er muß von Neuem entbrannt, und in neuen Formen weiter geführt worden ſein, als die Eiszeit ihren Höhepunkt überſchritten hatte, und als nunmehr in der poſtglacialen Periode die Temperatur wieder zunahm und die Organismen nach den Polen hin zurückzuwandern begannen.

Jedenfalls iſt dieſer gewaltige Klimawechſel, mag man ſonſt dem-

Digitized by Google

ſelben eine größere oder eine geringere Bedeutung zuſchreiben, eines derjenigen Ereigniſſe in der Erdgeſchichte, die am bedeutendſten auf die Vertheilung der organiſchen Formen eingewirkt haben. Namentlich wird aber ein ſehr wichtiges und ſchwieriges chorologiſches Verhältniß dadurch in der einfachſten Weiſe erklärt: das iſt die ſpecifiſche Uebereinſtimmung vieler unſerer Alpenbewohner mit vielen Bewohnern der Polarländer. Es giebt eine große Anzahl von ausgezeichneten Thier- und Pflanzen-Formen, die dieſen beiden, weit getrennten Erdgegenden gemeinſam ſind und nirgends in dem weiten, ebenen Zwiſchenraume zwiſchen beiden gefunden werden. Eine Wanderung derſelben von den Polarländern nach den Alpenhöhen oder umgekehrt wäre unter den gegenwärtigen klimatiſchen Verhältniſſen undenkbar oder doch höchſtens nur in wenigen ſeltenen Fällen anzunehmen. Eine ſolche Wanderung konnte aber ſtattfinden, ja ſie mußte ſtattfinden während des allmählichen Eintrittes und Rückzuges der Eiszeit. Da die Vergletſcherung von Nord-Europa bis gegen unſere Alpenkette vordrang, ſo werden die derſelben folgenden Polarbewohner, Gentianen und Saxifragen, Eisfüchſe und Schneehaſen, damals unſer deutſches Vaterland und überhaupt Mitteleuropa bevölkert haben. Als nun die Temperatur wieder zunahm, zog ſich nur ein Theil dieſer arktiſchen Bevölkerung mit dem zurückweichenden Eiſe in die Polarzone wieder zurück. Ein anderer Theil derſelben ſtieg ſtatt deſſen an den Bergen der Alpenkette in die Höhe und fand hier das ihm zuſagende kalte Klima. So erklärt ſich ganz einfach jenes Problem.

Wir haben die Lehre von den Wanderungen der Organismen oder die Migrationstheorie bisher vorzüglich inſofern verfolgt, als ſie uns die Ausſtrahlung jeder Thier- und Pflanzenart von einer einzigen Urheimath, von einem „Schöpfungsmittelpunkte“ aus erklärt, und ihre Ausbreitung über einen größeren oder geringeren Theil der Erdoberfläche erläutert. Nun ſind aber die Wanderungen der Thiere und Pflanzen für die Entwickelungstheorie auch noch außerdem deshalb von großer Bedeutung, weil wir darin ein ſehr wichtiges Hülfsmittel für die Entſtehung neuer Arten erblicken müſſen. Wenn

Thiere und Pflanzen auswandern, so treffen sie, ebenso wie auswandernde Menschen, in der neuen Heimath Verhältnisse an, die mehr oder weniger von den gewohnten, Generationen hindurch ererbten, Existenzbedingungen verschieden sind. Diesen neuen, ungewohnten Lebensbedingungen müssen sich die Auswanderer entweder fügen und anpassen, oder sie gehen zu Grunde. Durch die Anpassung selbst wird aber ihr eigenthümlicher, specifischer Charakter verändert, um so mehr, je größer der Unterschied zwischen der neuen und der alten Heimath ist. Das neue Klima, die neue Nahrung, vor Allem aber die neue Nachbarschaft anderer Thiere und Pflanzen wirkt auf den ererbten Charakter der eingewanderten Species umbildend ein, und wenn dieselbe nicht zäh genug ist, diesen Einflüssen zu widerstehen, so muß früher oder später eine neue Art daraus hervorgehen. In den meisten Fällen wird diese Umformung der eingewanderten Species unter dem Einflusse des veränderten Kampfes um's Dasein so rasch vor sich gehen, daß schon nach wenigen Generationen eine neue Art daraus entstanden ist.

Von besonderer Bedeutung ist in dieser Beziehung die Wanderung für alle Organismen mit getrennten Geschlechtern. Denn bei diesen wird die Entstehung neuer Arten durch natürliche Züchtung immer dadurch erschwert oder verzögert, daß sich die variirenden Abkömmlinge gelegentlich wieder mit der unveränderten Stammform geschlechtlich vermischen, und so durch Kreuzung in die ursprüngliche Form zurückschlagen. Wenn dagegen solche Abarten ausgewandert sind, wenn sie durch weite Entfernungen oder durch Schranken der Wanderung, durch Meere, Gebirge u. s. w. von der alten Heimath getrennt sind, so ist die Gefahr einer Vermischung mit der Stammform aufgehoben, und die Isolirung der ausgewanderten Form, die durch Anpassung in eine neue Art übergeht, verhindert ihre Kreuzung und dadurch ihren Rückschlag in die Stammform.

Diese Bedeutung der Wanderung für die Isolirung der neu entstehenden Arten und die Verhütung baldiger Rückkehr in die Stammformen wurde vorzüglich von dem geistreichen Reisenden Moritz

Wagner in München hervorgehoben. In einem beſonderen Schriftchen über „Die Darwin'ſche Theorie und das Migrationsgeſetz der Organismen" führte Wagner aus ſeiner eigenen reichen Erfahrung eine große Anzahl von treffenden Beiſpielen an, welche die von Darwin im elften und zwölften Kapitel ſeines Buches gegebene Migrationstheorie beſtätigen, und welche ganz beſonders den Nutzen der völligen Iſolirung der ausgewanderten Organismen für die Entſtehung neuer Species erörtern. Wagner faßte die einfachen Urſachen, „welche die Form räumlich abgrenzt und in ihrer typiſchen Verſchiedenheit begründet haben" in folgenden drei Sätzen zuſammen: „1. Je größer die Summe der Veränderungen in den bisherigen Lebensbedingungen iſt, welche emigrirende Individuen bei Einwanderung in einem neuen Gebiete finden, deſto intenſiver muß die jedem Organismus inne wohnende Variabilität ſich äußern. 2. Je weniger dieſe geſteigerte individuelle Veränderlichkeit der Organismen im ruhigen Fortbildungsproceß durch die Vermiſchung zahlreicher nachrückender Einwanderer der gleichen Art geſtört wird, deſto häufiger wird der Natur durch Summirung und Vererbung der neuen Merkmale die Bildung einer neuen Varietät (Abart oder Raſſe), d. i. einer beginnenden Art, gelingen. 3. Je vortheilhafter für die Abart, die in den einzelnen Organen erlittenen Veränderungen ſind, je beſſer letztere den umgebenden Verhältniſſen ſich anpaſſen, und je länger die ungeſtörte Züchtung einer beginnenden Varietät von Coloniſten in einem neuen Territorium ohne Miſchung mit nachrückenden Einwanderern derſelben Art fortdauert, deſto häufiger wird aus der Abart eine neue Art entſtehen."

Dieſen drei Sätzen von Moritz Wagner kann Jeder beiſtimmen. Für vollkommen irrig müſſen wir dagegen ſeine Vorſtellung halten, daß die Wanderung und die darauf folgende Iſolirung der ausgewanderten Individuen eine nothwendige Bedingung für die Entſtehung neuer Arten ſei. Wagner ſagt: „Ohne eine lange Zeit dauernde Trennung der Coloniſten von ihren früheren Artgenoſſen kann die Bildung einer neuen Raſſe nicht gelingen, kann die Zucht-

wahl überhaupt nicht stattfinden. Unbeschränkte Kreuzung, ungehinderte geschlechtliche Vermischung aller Individuen einer Species wird stets Gleichförmigkeit erzeugen und Varietäten, deren Merkmale nicht durch eine Reihe von Generationen fixirt worden sind, wieder in den Urschlag zurückstoßen."

Diesen Satz, in welchem Wagner selbst das Hauptresultat seiner Arbeit zusammenfaßt, würde er nur in dem Falle überhaupt vertheidigen können, wenn alle Organismen getrennten Geschlechts wären, wenn jede Entstehung neuer Individuen nur durch Vermischung männlicher und weiblicher Individuen möglich wäre. Das ist nun aber durchaus nicht der Fall. Merkwürdiger Weise sagt Wagner gar Nichts von den zahlreichen Zwittern, die, im Besitz von beiderlei Geschlechtsorganen, der Selbstbefruchtung fähig sind; und ebenso Nichts von den zahllosen Organismen, die überhaupt noch nicht geschlechtlich differenzirt sind.

Nun hat es aber seit frühester Zeit der organischen Erdgeschichte tausende von Organismenarten gegeben, und giebt deren tausende noch heute, bei denen noch gar kein Geschlechtsunterschied, überhaupt noch gar keine geschlechtliche Fortpflanzung vorkommt, und die sich ausschließlich auf ungeschlechtlichem Wege, durch Theilung, Knospung, Sporenbildung u. s. w. fortpflanzen. Die große Masse der Protisten, die Moneren, Amoeben, Myromyceten, Rhizopoden, Infusorien u. s. w., kurz fast alle die niederen Organismen, die wir in dem zwischen Thier- und Pflanzenreich stehenden Protistenreich aufführen werden, pflanzen sich ausschließlich auf ungeschlechtlichem Wege fort! Und zu diesem gehört eine der formenreichsten Organismenklassen, ja sogar in gewisser Beziehung die formenreichste von allen, indem alle möglichen geometrischen Grundformen in ihr verkörpert sind. Das ist die wunderbare Klasse der Rhizopoden oder Wurzelfüßer, welche die kalkschaligen Thalamophoren und die kieselschaligen Radiolarien umfaßt. (Vergl. den XVI. Vortrag.)

Auf alle diese ungeschlechtlichen Organismen würde also selbstverständlich die Wagner'sche Theorie gar nicht anwendbar sein. Das-

selbe würde aber ferner auch von allen jenen Zwittern oder Hermaphroditen gelten, bei denen jedes Individuum, im Besitze von männlichen und weiblichen Organen, der Selbstbefruchtung fähig ist. Das ist z. B. bei den Strudelwürmern, Saugwürmern und Bandwürmern, wie überhaupt bei sehr vielen Würmern der Fall, ferner bei den wichtigen Mantelthieren, den wirbellosen Verwandten der Wirbelthiere, und bei sehr vielen anderen Organismen aus verschiedenen Gruppen. Viele von diesen Arten sind durch natürliche Züchtung entstanden, ohne daß eine „Kreuzung" der entstehenden Species mit ihrer Stammform überhaupt möglich war.

Wie ich schon im achten Vortrage Ihnen zeigte, ist die Entstehung der beiden Geschlechter und somit die ganze geschlechtliche Fortpflanzung überhaupt als ein Vorgang aufzufassen, der erst in späterer Zeit der organischen Erdgeschichte in Folge von Differenzirung oder Arbeitstheilung eingetreten ist. Die ältesten Organismen der Erde können sich jedenfalls nur auf dem einfachsten ungeschlechtlichen Wege fortgepflanzt haben. Selbst jetzt noch vermehren sich fast alle Protisten, ebenso wie alle die zahllosen Zellenformen, welche den Körper der höheren Organismen zusammensetzen, nur durch ungeschlechtliche Zeugung. Und doch entstehen hier überall durch Differenzirung in Folge von natürlicher Züchtung „neue Arten".

Aber selbst wenn wir bloß die Thier- und Pflanzenarten mit getrennten Geschlechtern hier in Betracht ziehen wollten, so würden wir doch auch für diese Wagner's Hauptsatz, daß „die Migration der Organismen und deren Coloniebildung die nothwendige Bedingung der natürlichen Zuchtwahl seien", bestreiten müssen. Schon August Weismann hat in seiner Schrift „Ueber den Einfluß der Isolirung auf die Artbildung" jenen Satz hinreichend widerlegt und gezeigt, daß auch in einem und demselben Wohnbezirke eine Species sich in mehrere Arten durch natürliche Züchtung spalten kann. Indem ich mich diesen Bemerkungen anschließe, möchte ich aber noch besonders den hohen Werth nochmals hervorheben, den die Arbeitstheilung oder Differenzirung

als die nothwendige Folge der natürlichen Züchtung besitzt. Alle die verschiedenen Zellenarten, die den Körper der höheren Organismen zusammensetzen, die Nervenzellen, Muskelzellen, Drüsenzellen u. s. w., alle diese „guten Arten", diese „bonae species" von Elementarorganismen, sind bloß durch Arbeitstheilung in Folge von natürlicher Züchtung entstanden, trotzdem sie nicht nur niemals räumlich isolirt, sondern sogar seit ihrer Entstehung immer im engsten räumlichen Verbande neben einander existirt haben. Dasselbe aber, was von diesen Elementarorganismen oder „Individuen erster Ordnung" gilt, das gilt auch von den vielzelligen Organismen höherer Ordnung, die als „gute Arten" erst später aus ihrer Zusammensetzung entstanden sind[37]).

Wir sind demnach zwar mit Darwin und Wallace der Ansicht, daß die Wanderung der Organismen und ihre Isolirung in der neuen Heimath eine sehr günstige und vortheilhafte Bedingung für die Entstehung neuer Arten ist; daß sie aber dafür eine nothwendige Bedingung sei, und daß ohne dieselbe keine neuen Arten entstehen können, wie Wagner behauptet, können wir nicht zugeben. Wenn Wagner diese Ansicht, „daß die Migration die nothwendige Bedingung der natürlichen Zuchtwahl sei", als ein besonderes „Migrationsgesetz" aufstellt, so halten wir dasselbe durch die angeführten Thatsachen für widerlegt. Die Separation durch Migration ist nur ein besonderer Fall von Selection. Wir haben überdies schon früher gezeigt, daß eigentlich die Entstehung neuer Arten durch natürliche Züchtung eine mathematische und logische Nothwendigkeit ist, welche ohne Weiteres aus der einfachen Verbindung von drei großen Thatsachen folgt. Diese drei fundamentalen Thatsachen sind: der Kampf um's Dasein, die Anpassungsfähigkeit und die Vererbungsfähigkeit der Organismen.

Auf die zahlreichen interessanten Erscheinungen, welche die geographische und topographische Verbreitung der Organismenarten im Einzelnen darbietet, und welche sich vollständig aus der Theorie der Selection und Migration erklären, können wir hier nicht eingehen.

Näheres darüber enthalten die angeführten Schriften von Darwin, Wallace und Moritz Wagner. Die wichtige Lehre von den Verbreitungsschranken, den Flüssen, Meeren und Gebirgen, ist dort vortrefflich erörtert und durch zahlreiche Beispiele erläutert. Nur drei Erscheinungen mögen noch wegen ihrer besonderen Bedeutung hier hervorgehoben werden. Das ist erstens die nahe Formverwandtschaft, die auffallende „Familienähnlichkeit" welche zwischen den charakteristischen Localformen jedes Erdtheils und ihren ausgestorbenen, fossilen Vorfahren in demselben Erdtheil existirt; — zweitens die nicht minder auffallende „Familienähnlichkeit", zwischen den Bewohnern von Inselgruppen und denjenigen des nächst angrenzenden Festlandes, von welchem aus die Inseln bevölkert wurden; — und endlich drittens der ganz eigenthümliche Charakter, welchen die Flora und Fauna der Inseln überhaupt in ihrer Zusammensetzung zeigt.

Alle diese von Darwin, Wallace und Wagner angeführten chorologischen Thatsachen, namentlich die merkwürdigen Erscheinungen der beschränkten Local-Faunen und Floren, die Verhältnisse der Inselbewohner zu den Festlandbevölkerungen, die weite Verbreitung der sogenannten „kosmopolitischen Species", die nahe Verwandtschaft localer Species der Gegenwart mit den ausgestorbenen Arten desselben beschränkten Gebietes, die nachweisliche Ausstrahlung jeder Art von einem einzigen Schöpfungsmittelpunkte — alle diese und alle übrigen Erscheinungen, welche uns die geographische und topographische Verbreitung der Organismen darbietet, erklären sich einfach und vollständig aus der Selections- und Migrationstheorie, während sie ohne dieselbe überhaupt nicht zu begreifen sind. Wir erblicken daher in allen diesen Erscheinungsreihen einen neuen gewichtigen Beweis für die Wahrheit der Descendenztheorie.

Fünfzehnter Vortrag.

Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden.

Reform der Systematik durch die Descendenztheorie. Das natürliche System als Stammbaum. Paläontologische Urkunden des Stammbaumes. Die Versteinerungen als Denkmünzen der Schöpfung. Ablagerung der neptunischen Schichten und Einschluß der organischen Reste. Eintheilung der organischen Erdgeschichte in fünf Hauptperioden: Zeitalter der Tangwälder, Farnwälder, Nadelwälder, Laubwälder und Culturwälder. System der neptunischen Schichten. Unermeßliche Dauer der während ihrer Bildung verflossenen Zeiträume. Ablagerung der Schichten nur während der Senkung, nicht während der Hebung des Bodens. Andere Lücken der Schöpfungsurkunde. Metamorphischer Zustand der ältesten neptunischen Schichten. Geringe Ausdehnung der paläontologischen Erfahrungen. Geringer Bruchtheil der versteinerungsfähigen Organismen und organischen Körpertheile. Seltenheit vieler versteinerten Arten. Mangel fossiler Zwischenformen. Die Schöpfungsurkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Meine Herren! Von dem umgestaltenden Einfluß, welchen die Abstammungslehre auf alle Wissenschaften ausüben muß, wird wahrscheinlich nächst der Anthropologie kein anderer Wissenschaftszweig so sehr betroffen werden, als der beschreibende Theil der Naturgeschichte, die systematische Zoologie und Botanik. Die meisten Naturforscher, die sich bisher mit der Systematik der Thiere und Pflanzen beschäftigten, sammelten, benannten und ordneten die verschiedenen Arten dieser Naturkörper mit einem ähnlichen Interesse, wie die Alterthumsforscher und Ethnographen die Waffen und Geräthschaften der verschiedenen

Völker ſammeln. Viele erhoben ſich ſelbſt nicht über denjenigen Grad der Wißbegierde, mit dem man Wappen, Briefmarken und ähnliche Curioſitäten zu ſammeln, zu etikettiren und zu ordnen pflegt. In ähnlicher Weiſe wie dieſe Sammler an der Formenmannichfaltigkeit, Schönheit oder Seltſamkeit der Wappen, Briefmarken u. ſ. w. ihre Freude finden, und dabei die erfinderiſche Bildungskunſt der Menſchen bewundern, in ähnlicher Weiſe ergötzten ſich die meiſten Naturforſcher an den mannichfaltigen Formen der Thiere und Pflanzen, und erſtaunten über die reiche Phantaſie des Schöpfers, über ſeine unermüdliche Schöpfungsthätigkeit und über die ſeltſame Laune, in welcher er neben ſo vielen ſchönen und nützlichen Organismen auch eine Anzahl häßlicher und unnützer Formen gebildet habe.

Dieſe kindliche Behandlung der ſyſtematiſchen Zoologie und Botanik wird durch die Abſtammungslehre gründlich vernichtet. An die Stelle des oberflächlichen und ſpielenden Intereſſes, mit welchem die Meiſten bisher die organiſchen Geſtalten betrachteten, tritt das weit höhere Intereſſe des erkennenden Verſtandes, welcher in der Formverwandtſchaft der Organismen ihre wahre Stammverwandtſchaft erblickt. Das natürliche Syſtem der Thiere und Pflanzen, welches man früher entweder nur als Namenregiſter zur überſichtlichen Ordnung der verſchiedenen Formen oder als Sachregiſter zum kurzen Ausdruck ihres Aehnlichkeitsgrades ſchätzte, erhält durch die Abſtammungslehre den ungleich höheren Werth eines wahren Stammbaumes der Organismen. Dieſe Stammtafel ſoll uns den genealogiſchen Zuſammenhang der kleineren und größeren Gruppen enthüllen. Sie ſoll zu zeigen verſuchen, in welcher Weiſe die verſchiedenen Klaſſen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten des Thier- und Pflanzenreichs den verſchiedenen Zweigen, Aeſten und Aſtgruppen ihres Stammbaums entſprechen. Jede weitere und höher ſtehende Kategorie oder Gruppenſtufe des Syſtems (z. B. Klaſſe, Ordnung) umfaßt eine Anzahl von größeren und ſtärkeren Zweigen des Stammbaums, jede engere und tiefer ſtehende Kategorie (z. B. Gattung, Art) nur eine kleinere und ſchwächere

Gruppe von Aeſtchen. Nur wenn wir in dieſer Weiſe das natürliche Syſtem als Stammbaum betrachten, können wir den wahren Werth deſſelben erkennen.

Indem wir an dieſer genealogiſchen Auffaſſung des organiſchen Syſtems, welcher ohne Zweifel allein die Zukunft gehört, feſthalten, können wir uns jetzt zu einer der weſentlichſten, aber auch ſchwierigſten Aufgaben der „natürlichen Schöpfungsgeſchichte“ wenden, nämlich zur wirklichen Conſtruction der organiſchen Stammbäume. Laſſen Sie uns ſehen, wie weit wir vielleicht ſchon jetzt im Stande ſind, alle verſchiedenen organiſchen Formen als die divergenten Nachkommen einer einzigen oder einiger wenigen gemeinſchaftlichen Stammformen nachzuweiſen. Wie können wir uns aber den wirklichen Stammbaum der thieriſchen und pflanzlichen Formengruppen aus den dürftigen und fragmentariſchen, bis jetzt darüber gewonnenen Erfahrungen conſtruiren? Die Antwort hierauf liegt ſchon zum Theil in demjenigen, was wir früher über den Parallelismus der drei Entwickelungsreihen bemerkt haben, über den wichtigen urſächlichen Zuſammenhang, welcher die paläontologiſche Entwickelung der ganzen organiſchen Stämme mit der embryologiſchen Entwickelung der Individuen und mit der ſyſtematiſchen Entwickelung der Gruppenſtufen verbindet.

Zunächſt werden wir uns zur Löſung dieſer ſchwierigen Aufgabe an die Paläontologie oder Verſteinerungskunde zu wenden haben. Denn wenn wirklich die Deſcendenztheorie wahr iſt, wenn wirklich die verſteinerten Reſte der vormals lebenden Thiere und Pflanzen von den ausgeſtorbenen Urahnen und Vorfahren der jetzigen Organismen herrühren, ſo müßte uns eigentlich ohne Weiteres die Kenntniß und Vergleichung der Verſteinerungen den Stammbaum der Organismen aufdecken. So einfach und einleuchtend nach dem theoretiſch entwickelten Prinzip Ihnen dies erſcheinen wird, ſo außerordentlich ſchwierig und verwickelt geſtaltet ſich die Aufgabe, wenn man ſie wirklich in Angriff nimmt. Ihre practiſche Löſung würde ſchon ſehr ſchwierig ſein, wenn die Verſteinerungen einigermaßen

vollſtändig erhalten wären. Das iſt aber keineswegs der Fall. Vielmehr iſt die handgreifliche Schöpfungsurkunde, welche in den Verſteinerungen begraben liegt, über alle Maaßen unvollſtändig. Daher erſcheint es jetzt vor Allem nothwendig, dieſe Urkunde kritiſch zu prüfen, und den Werth, welchen die Verſteinerungen für die Entwickelungsgeſchichte der organiſchen Stämme beſitzen, zu beſtimmen. Da wir die allgemeine Bedeutung der Verſteinerungen als „Denkmünzen der Schöpfung“ bereits früher erörtert haben, als wir Cuvier's Verdienſte um die Petrefactenkunde betrachteten, ſo können wir jetzt ſogleich zur Unterſuchung der Bedingungen und Verhältniſſe übergehen, unter denen die organiſchen Körperreſte verſteinert und in mehr oder weniger kenntlicher Form erhalten wurden.

In der Regel finden wir Verſteinerungen oder Petrefacten nur in denjenigen Geſteinen eingeſchloſſen, welche ſchichtenweiſe als Schlamm im Waſſer abgelagert wurden, und welche man deshalb neptuniſche, geſchichtete oder ſedimentäre Geſteine nennt. Die Ablagerung ſolcher Schichten konnte natürlich erſt beginnen, nachdem im Verlaufe der Erdgeſchichte die Verdichtung des Waſſerdampfes zu tropfbar-flüſſigem Waſſer erfolgt war. Seit dieſem Zeitpunkt, welchen wir im letzten Vortrage bereits betrachtet hatten, begann nicht allein das Leben auf der Erde, ſondern auch eine ununterbrochene und höchſt wichtige Umgeſtaltung der erſtarrten anorganiſchen Erdrinde. Das Waſſer begann ſeitdem jene außerordentlich wichtige mechaniſche Wirkſamkeit, durch welche die Erdoberfläche fortwährend, wenn auch langſam, umgeſtaltet wird. Ich darf wohl als bekannt vorausſetzen, welchen außerordentlich bedeutenden Einfluß in dieſer Beziehung noch jetzt das Waſſer in jedem Augenblick ausübt. Indem es als Regen niederfällt, die oberſten Schichten der Erdrinde durchſickert und von den Erhöhungen in die Vertiefungen herabfließt, löſt es verſchiedene mineraliſche Beſtandtheile des Bodens chemiſch auf und ſpült mechaniſch die locker zuſammenhängenden Theilchen ab. An den Bergen herabfließend führt das Waſſer den Schutt derſelben in die Ebene und lagert ihn als Schlamm im ſtehenden

Waſſer ab. So arbeitet es beſtändig an einer Erniedrigung der Berge und Ausfüllung der Thäler. Ebenſo arbeitet die Brandung des Meeres ununterbrochen an der Zerſtörung der Küſten und an der Auffüllung des Meerbodens durch die herabgeſchlämmten Trümmer. So würde ſchon die Thätigkeit des Waſſers allein, wenn ſie nicht durch andere Umſtände wieder aufgewogen würde, mit der Zeit die ganze Erde nivelliren. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Gebirgsmaſſen, welche alljährlich als Schlamm dem Meere zugeführt werden und ſich auf deſſen Boden abſetzen, ſo bedeutend ſind, daß im Verlauf einer längeren oder kürzeren Periode, vielleicht von wenigen Millionen Jahren, die Erdoberfläche vollkommen geebnet und von einer zuſammenhängenden Waſſerſchale umſchloſſen werden würde. Daß dies nicht geſchieht, verdanken wir der fortdauernden vulkaniſchen Gegenwirkung des feurig-flüſſigen Erdinneren. Dieſe Reaction des geſchmolzenen Kerns gegen die feſte Rinde bedingt ununterbrochen wechſelnde Hebungen und Senkungen an den verſchiedenſten Stellen der Erdoberfläche. Meiſtens geſchehen dieſe Hebungen und Senkungen ſehr langſam; allein indem ſie Jahrtauſende hindurch fortdauern, bringen ſie durch Summirung der kleinen Einzelwirkungen nicht minder großartige Reſultate hervor, wie die entgegenwirkende und nivellirende Thätigkeit des Waſſers.

Indem die Hebungen und Senkungen der verſchiedenen Erdtheile im Laufe von Jahrmillionen vielfach mit einander wechſeln, kömmt bald dieſer bald jener Theil der Erdoberfläche über oder unter den Spiegel des Meeres. Beiſpiele dafür habe ich ſchon in dem vorhergehenden Vortrage angeführt (S. 321). Es giebt wahrſcheinlich keinen Oberflächentheil der Erdrinde, der nicht in Folge deſſen ſchon wiederholt über oder unter dem Meeresſpiegel geweſen wäre. Durch dieſen vielfachen Wechſel erklärt ſich die Mannichfaltigkeit und die verſchiedenartige Zuſammenſetzung der zahlreichen neptuniſchen Geſteinſchichten, welche ſich an den meiſten Stellen in beträchtlicher Dicke über einander abgelagert haben. In den verſchiedenen Geſchichtsperioden, während deren die Ablagerung ſtatt fand, lebte eine mannichfach verſchiedene

Bevölkerung von Thieren und Pflanzen. Wenn die Leichen derſelben auf den Boden der Gewäſſer herabſanken, drückten ſie ihre Körperform in dem weichen Schlamme ab, und unverwesliche Theile, harte Knochen, Zähne, Schalen u. ſ. w. wurden unzerſtört in demſelben eingeſchloſſen. Sie blieben in dem Schlamm, der ſich zu neptuniſchem Geſtein verdichtete, erhalten, und dienen nun als Verſteinerungen zur Charakteriſtik der betreffenden Schichten. Durch ſorgfältige Vergleichung der verſchiedenen über einander gelagerten Schichten und der in ihnen enthaltenen Verſteinerungen iſt es ſo möglich geworden, ſowohl das relative Alter der Schichten und Schichtengruppen zu beſtimmen, als auch die Hauptmomente der Phylogenie oder der Entwickelungsgeſchichte der Thier- und Pflanzenſtämme empiriſch feſtzuſtellen.

Die verſchiedenen über einander abgelagerten Schichten der neptuniſchen Geſteine, welche in ſehr mannichfaltiger Weiſe aus Kalk, Thon und Sand zuſammengeſetzt ſind, haben die Geologen gruppenweiſe in ein ideales Syſtem zuſammengeſtellt, welches dem ganzen Zuſammenhange der organiſchen Erdgeſchichte entſpricht, d. h. desjenigen Theiles der Erdgeſchichte, während deſſen organiſches Leben exiſtirte. Wie die ſogenannte „Weltgeſchichte“ in größere oder kleinere Perioden zerfällt, welche durch den zeitweiligen Entwickelungszuſtand der bedeutendſten Völker charakteriſirt und durch hervorragende Ereigniſſe von einander abgegrenzt werden, ſo theilen wir auch die unendlich längere organiſche Erdgeſchichte in eine Reihe von größeren oder kleineren Perioden ein. Jede dieſer Perioden iſt durch eine charakteriſtiſche Flora und Fauna, durch die beſonders ſtarke Entwickelung einer beſtimmten Pflanzen- oder Thiergruppe ausgezeichnet, und jede iſt von der vorhergehenden und folgenden Periode durch einen auffallenden theilweiſen Wechſel in der Zuſammenſetzung der Thier- und Pflanzenbevölkerung getrennt.

Für die nachfolgende Ueberſicht des hiſtoriſchen Entwickelungsganges, den die großen Thier- und Pflanzenſtämme genommen haben, iſt es nothwendig, zunächſt hier die ſyſtematiſche Claſſification der neptuniſchen Schichtengruppen und der denſelben entſprechenden

größeren und kleineren Geſchichtsperioden anzugeben. Wie Sie ſogleich ſehen werden, ſind wir im Stande, die ganze Maſſe der übereinanderliegenden Sedimentgeſteine in fünf oberſte Hauptgruppen oder Terrains, jedes Terrain in mehrere untergeordnete Schichtengruppen oder Syſteme, und jedes Syſtem von Schichten wiederum in noch kleinere Gruppen oder Formationen einzutheilen; endlich kann auch jede Formation wieder in Etagen oder Unterformationen, und jede von dieſen wiederum in noch kleinere Lagen, Bänke u. ſ. w. geſchieden werden. Jedes der fünf großen Terrains wurde während eines großen Hauptabſchnittes der Erdgeſchichte, während eines Zeitalters, abgelagert; jedes Syſtem während einer kürzeren Periode, jede Formation während einer noch kürzeren Epoche u. ſ. w. Indem wir ſo die Zeiträume der organiſchen Erdgeſchichte und die während derſelben abgelagerten neptuniſchen und verſteinerungsführenden Erdſchichten in ein gegliedertes Syſtem bringen, verfahren wir genau wie die Hiſtoriker, welche die Völkergeſchichte in die drei Hauptabſchnitte des Alterthums, des Mittelalters und der Neuzeit, und jeden dieſer Abſchnitte wieder in untergeordnete Perioden und Epochen eintheilen. Wie aber der Hiſtoriker durch dieſe ſcharfe ſyſtematiſche Eintheilung und durch die beſtimmte Abgrenzung der Perioden durch einzelne Jahreszahlen nur die Ueberſicht erleichtern und keineswegs den ununterbrochenen Zuſammenhang der Ereigniſſe und der Völkerentwickelung leugnen will, ſo gilt ganz daſſelbe auch von unſerer ſyſtematiſchen Eintheilung, Specification oder Claſſification der organiſchen Erdgeſchichte. Auch hier geht der rothe Faden der zuſammenhängenden Entwickelung überall ununterbrochen hindurch. Wir verwahren uns alſo ausdrücklich gegen die Anſchauung, als wollten wir durch unſere ſcharfe Abgrenzung der größeren und kleineren Schichtengruppen und der ihnen entſprechenden Zeiträume irgendwie an Cuvier's Lehre von den Erdrevolutionen und von den wiederholten Neuſchöpfungen der organiſchen Bevölkerung anknüpfen. Daß dieſe irrige Lehre durch Lyell längſt gründlich widerlegt iſt, habe ich Ihnen bereits früher gezeigt. (Vergl. S. 113.)

Die fünf großen Hauptabſchnitte der organiſchen Erdgeſchichte oder der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte bezeichnen wir als primordiales, primäres, ſecundäres, tertiäres und quartäres Zeitalter. Jedes iſt durch die vorwiegende Entwickelung beſtimmter Thier- und Pflanzengruppen in demſelben beſtimmt charakteriſirt, und wir könnten demnach auch die fünf Zeitalter einerſeits durch die natürlichen Hauptgruppen des Pflanzenreichs, andererſeits durch die verſchiedenen Claſſen des Wirbelthierſtammes anſchaulich bezeichnen. Dann wäre das erſte oder primordiale Zeitalter dasjenige der Tange und Schädelloſen, das zweite oder primäre Zeitalter das der Farne und Fiſche, das dritte oder ſecundäre Zeitalter das der Nadelwälder und Schleicher, das vierte oder tertiäre Zeitalter das der Laubwälder und Säugethiere, endlich das fünfte oder quartäre Zeitalter dasjenige des Menſchen und ſeiner Cultur. Die Abſchnitte oder Perioden, welche wir in jedem der fünf Zeitalter unterſcheiden (S. 344), werden durch die verſchiedenen Syſteme von Schichten beſtimmt, in die jedes der fünf großen Terrains zerfällt (S. 345). Laſſen Sie uns jetzt noch einen flüchtigen Blick auf die Reihe dieſer Syſteme und zugleich auf die Bevölkerung der fünf großen Zeitalter werfen.

Den erſten und längſten Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte bildet die Primordialzeit oder das Zeitalter der Tangwälder, das auch das archolithiſche oder archozoiſche Zeitalter genannt werden kann. Es umfaßt den ungeheuren Zeitraum von der erſten Urzeugung, von der Entſtehung des erſten irdiſchen Organismus, bis zum Ende der ſiluriſchen Schichtenbildung. Während dieſes unermeßlichen Zeitraums, welcher wahrſcheinlich viel länger war, als alle übrigen vier Zeiträume zuſammengenommen, lagerten ſich die drei mächtigſten von allen neptuniſchen Schichtenſyſtemen ab, nämlich zu unterſt das laurentiſche, darüber das cambriſche und darüber das ſiluriſche Syſtem. Die ungefähre Dicke oder Mächtigkeit dieſer drei Syſteme zuſammengenommen beträgt ſiebzigtauſend Fuß. Davon kommen ungefähr 30,000 auf das laurentiſche, 18,000 auf das cambriſche und 22,000 auf das ſiluriſche Syſtem. Die

durchschnittliche Mächtigkeit aller vier übrigen Terrains, des primären, secundären, tertiären und quartären zusammengenommen, mag dagegen etwa höchstens 60,000 Fuß betragen, und schon hieraus, abgesehen von vielen anderen Gründen, ergiebt sich, daß die Dauer der Primordialzeit wahrscheinlich viel länger war, als die Dauer der folgenden Zeitalter bis zur Gegenwart zusammengenommen. Viele Millionen von Jahrhunderten müssen zur Ablagerung solcher Schichtenmassen erforderlich gewesen sein. Leider befindet sich der bei weitem größte Theil der primordialen Schichtengruppen in dem sogleich zu erörternden metamorphischen Zustande, und dadurch sind die in ihnen enthaltenden Versteinerungen, die ältesten und wichtigsten von allen, größtentheils zerstört und unkenntlich geworden. Nur in einem Theile der cambrischen und silurischen Schichten sind Petrefakten in größerer Menge und in kenntlichem Zustande erhalten worden. Als die älteste von allen deutlich erhaltenen Versteinerungen gilt das „kanadische Morgenwesen" (Eozoon canadense), dessen organische Natur freilich noch zweifelhaft ist und vielfach bestritten wird. Dasselbe ist in den untersten laurentischen Schichten (in der Ottawoformation, am Lorenzstrome) gefunden worden.

Trotzdem die primordialen oder archolithischen Versteinerungen uns nur zum bei weitem kleinsten Theile in kenntlichem Zustande erhalten sind, besitzen dieselben dennoch den Werth unschätzbarer Documente für diese älteste und dunkelste Zeit der organischen Erdgeschichte. Zunächst scheint daraus hervorzugehen, daß während dieses ganzen ungeheuren Zeitraums nur Wasserbewohner existirten. Wenigstens ist bis jetzt unter allen archolithischen Petrefakten noch kein einziges gefunden worden, welches man mit Sicherheit auf einen landbewohnenden Organismus beziehen könnte. Alle Pflanzenreste, die wir aus der Primordialzeit besitzen, gehören zu der niedrigsten von allen Pflanzengruppen, zu der im Wasser lebenden Classe der Tange oder Algen. Diese bildeten in dem warmen Urmeere der Primordialzeit mächtige Wälder, von deren Formenreichthum und Dichtigkeit uns noch heutigen Tages ihre Epigonen, die Tangwälder des atlantischen

Sargaſſomeeres, eine ungefähre Vorſtellung geben mögen. Die coloſſalen Tangwälder der archolithiſchen Zeit erſetzten damals die noch gänzlich fehlende Waldvegetation des Feſtlandes. Gleich den Pflanzen lebten auch alle Thiere, von denen man Reſte in den archolithiſchen Schichten gefunden hat, im Waſſer. Von den Gliederfüßern finden ſich nur Krebsthiere, noch keine Spinnen und Inſecten. Von den Wirbelthieren ſind nur ſehr wenige Fiſchreſte bekannt, welche ſich in den jüngſten von allen primordialen Schichten, in der oberen Silurformation vorfinden. Dagegen müſſen die kopfloſen Wirbelthiere, welche wir *Schädelloſe* oder *Akranien* nennen, und aus denen ſich die Fiſche erſt entwickeln konnten, maſſenhaft während der Primordialzeit gelebt haben. Daher können wir ſie ſowohl nach den *Schädelloſen* als nach den *Tangen* benennen.

Die *Primärzeit* oder das *Zeitalter der Farnwälder*, der zweite Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte, welchen man auch das paläolithiſche oder paläozoiſche Zeitalter nennt, dauerte vom Ende der ſiluriſchen Schichtenbildung bis zum Ende der permiſchen Schichtenbildung. Auch dieſer Zeitraum war von ſehr langer Dauer und zerfällt wiederum in drei Perioden, während deren ſich drei mächtige Schichtenſyſteme ablagerten, nämlich zu unterſt das *devoniſche* Syſtem oder der alte rothe Sandſtein, darüber das *carboniſche* oder Steinkohlenſyſtem, und darüber das *permiſche* Syſtem oder der neue rothe Sandſtein und der Zechſtein. Die durchſchnittliche Dicke dieſer drei Syſteme zuſammengenommen mag etwa 42,000 Fuß betragen, woraus ſich ſchon die ungeheure Länge der für ihre Bildung erforderlichen Zeiträume ergiebt.

Die devoniſchen und permiſchen Formationen ſind vorzüglich reich an Fiſchreſten, ſowohl an Urfiſchen, als an Schmelzfiſchen. Aber noch fehlen in der primären Zeit gänzlich die Knochenfiſche. In der Steinkohle finden ſich die älteſten Reſte von landbewohnenden Thieren, und zwar ſowohl Gliederthieren (Spinnen und Inſecten) als Wirbelthieren (Amphibien). Im permiſchen Syſtem kommen zu den Amphibien noch die höher entwickelten Schleicher oder Reptilien, und

zwar unſeren Eidechſen nahverwandte Formen (Proterosaurus ꝛc.). Trotzdem können wir das primäre Zeitalter das der Fiſche nennen, weil dieſe wenigen Amphibien und Reptilien ganz gegen die ungeheure Menge der paläolithiſchen Fiſche zurücktreten. Ebenſo wie die Fiſche unter den Wirbelthieren, ſo herrſchten unter den Pflanzen während dieſes Zeitraums die Farnpflanzen oder Filicinen vor, und zwar ſowohl echte Farnkräuter und Farnbäume (Laubfarne oder Phyllopteriden) als Schaftfarne (Calamophyten) und Schuppenfarne (Lepidophyten). Dieſe landbewohnenden Farne oder Filicinen bildeten die Hauptmaſſe der dichten paläolithiſchen Inſelwälder, deren foſſile Reſte uns in den ungeheuer mächtigen Steinkohlenlagern des carboniſchen Syſtems und in den ſchwächeren Kohlenlagern des devoniſchen und permiſchen Syſtems erhalten ſind. Sie berechtigen uns, die Primärzeit eben ſowohl das Zeitalter der Farne, als das der Fiſche zu nennen.

Der dritte große Hauptabſchnitt der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte wird durch die Secundärzeit oder das Zeitalter der Nadelwälder gebildet, welches auch das meſolithiſche oder meſozoiſche Zeitalter genannt wird. Es reicht vom Ende der permiſchen Schichtenbildung bis zum Ende der Kreideſchichtenbildung, und zerfällt abermals in drei große Perioden. Die während deſſen abgelagerten Schichtenſyſteme ſind zu unterſt das Triasſyſtem, in der Mitte das Juraſyſtem, und zu oberſt das Kreideſyſtem. Die durchſchnittliche Dicke dieſer drei Syſteme zuſammengenommen bleibt ſchon weit hinter derjenigen der primären Syſteme zurück und beträgt im Ganzen nur ungefähr 15,000 Fuß. Die Secundärzeit wird demnach wahrſcheinlich nicht halb ſo lang als die Primärzeit geweſen ſein.

Wie in der Primärzeit die Fiſche, ſo herrſchen in der Secundärzeit die Schleicher oder Reptilien über alle übrigen Wirbelthiere vor. Zwar entſtanden während dieſes Zeitraums die erſten Vögel und Säugethiere; auch lebten damals die rieſigen Labyrinthodonten; und zu den zahlreich vorhandenen Urfiſchen und Schmelzfiſchen der älteren Zeit geſellten ſich die erſten echten Knochenfiſche.

Ueberſicht

der paläontologiſchen Perioden oder der größeren Zeitabſchnitte der organiſchen Erdgeſchichte.

I. Erſter Zeitraum: **Archolithiſches Zeitalter.** Primordial-Zeit.

(Zeitalter der Schädelloſen und der Tangwälder.)

1. Aeltere Archolith-Zeit	oder	Laurentiſche Periode.
2. Mittlere Archolith-Zeit	"	Cambriſche Periode.
3. Neuere Archolith-Zeit	"	Siluriſche Periode.

II. Zweiter Zeitraum: **Paläolithiſches Zeitalter.** Primär-Zeit.

(Zeitalter der Fiſche und der Farnwälder.)

4. Aeltere Paläolith-Zeit	oder	Devoniſche Periode.
5. Mittlere Paläolith-Zeit	"	Steinkohlen-Periode.
6. Neuere Paläolith-Zeit	"	Permiſche Periode.

III. Dritter Zeitraum: **Meſolithiſches Zeitalter.** Secundär-Zeit.

(Zeitalter der Reptilien und der Nadelwälder.)

7. Aeltere Meſolith-Zeit	oder	Trias-Periode.
8. Mittlere Meſolith-Zeit	"	Jura-Periode.
9. Neuere Meſolith-Zeit	"	Kreide-Periode

IV. Vierter Zeitraum: **Caenolithiſches Zeitalter.** Tertiär-Zeit.

(Zeitalter der Säugethiere und der Laubwälder.)

10. Aeltere Caenolith-Zeit	oder	Eocaene Periode.
11. Mittlere Caenolith-Zeit	"	Miocaene Periode.
12. Neuere Caenolith-Zeit	"	Pliocaene Periode.

V. Fünfter Zeitraum: **Anthropolithiſches Zeitalter.** Quartär-Zeit.

(Zeitalter der Menſchen und der Culturwälder.)

13. Aeltere Anthropolith-Zeit	oder	Eiszeit Glaciale Periode.
14. Mittlere Anthropolith-Zeit	"	Poſtglaciale Periode.
15. Neuere Anthropolith-Zeit	"	Cultur-Periode.

(Die Culturperiode iſt die hiſtoriſche Zeit oder die Periode der Ueberlieferungen.)

Ueberſicht

der paläontologiſchen Formationen oder der verſteinerungsführenden Schichten der Erdrinde.

Terrains	Syſteme	Formationen	Synonyme der Formationen
V. Antropolithiſche Terrains oder anthropozoiſche (quartäre) Schichtengruppen	XIV. Recent (Alluvium)	36. Praeſent	Oberalluviale
		35. Recent	Unteralluviale
	XIII. Pleiſtocaen (Diluvium)	34. Poſtglacial	Oberdiluviale
		33. Glacial	Unterdiluviale
IV. Caenolithiſche Terrains oder caenozoiſche (tertiäre) Schichtengruppen	XII. Pliocaen (Neutertiär)	32. Arvern	Oberpliocaene
		31. Subapennin	Unterpliocaene
	XI. Miocaen (Mitteltertiär)	30. Falun	Obermiocaene
		29. Limburg	Untermiocaene
	X. Eocaen (Alttertiär)	28. Gyps	Obereocaene
		27. Grobkalk	Mitteleocaene
		26. Londonthon	Untereocaene
III. Meſolithiſche Terrains oder meſozoiſche (ſecundäre) Schichtengruppen	IX. Kreide	25. Weißkreide	Oberkreide
		24. Grünſand	Mittelkreide
		23. Neocom	Unterkreide
		22. Wealden	Wälderformation
	VIII. Jura.	21. Portland	Oberoolith
		20. Orford	Mitteloolith
		19. Bath	Unteroolith
		18. Lias	Liasformation
	VII. Trias.	17. Keuper	Obertrias
		16. Muſchelkalk	Mitteltrias
		15. Buntſand	Untertrias
II. Paläolithiſche Terrains oder paläozoiſche (primäre) Schichtengruppen	VI. Permiſches (Dyas)	14 Zechſtein	Oberpermiſche
		13. Neurothſand	Unterpermiſche
	V. Carboniſches (Steinkohle)	12. Kohlenſand	Obercarboniſche
		11. Kohlenkalk	Untercarboniſche
	IV. Devoniſches (Altrothſand)	10. Pilton	Oberdevoniſche
		9. Ilfracombe	Mitteldevoniſche
		8. Linton	Unterdevoniſche
I. Archolithiſche Terrains oder archozoiſche (primordiale) Schichtengruppen	III. Siluriſches	7. Ludlow	Oberſiluriſche
		6. Landovery	Mittelſiluriſche
		5. Landeilo	Unterſiluriſche
	II. Cambriſches	4. Potsdam	Obercambriſche
		3. Longmynd	Untercambriſche
	I. Laurentiſches	2. Labrador	Oberlaurentiſche
		1. Ottawa	Unterlaurentiſche

Aber die charakteriſtiſche und überwiegende Wirbelthierclaſſe der Secundärzeit bildeten die höchſt mannichfaltig entwickelten Reptilien. Neben ſolchen Schleichern, welche den heute noch lebenden Eidechſen, Krokodilen und Schildkröten ſehr nahe ſtanden, wimmelte es in der meſolithiſchen Zeit überall von abenteuerlich geſtalteten Drachen. Insbeſondere ſind die merkwürdigen fliegenden Eidechſen oder Pteroſaurier und die koloſſalen Landdrachen oder Dinoſaurier der Secundärzeit ganz eigenthümlich, da ſie weder vorher noch nachher lebten. Wie man demgemäß die Secundärzeit das Zeitalter der Schleicher oder Reptilien nennen könnte, ſo könnte ſie andrerſeits auch das Zeitalter der Nadelwälder, oder genauer der Gymnoſpermen oder Nacktſamenpflanzen heißen. Denn dieſe Pflanzengruppe, vorzugsweiſe durch die beiden wichtigen Claſſen der Nadelhölzer oder Coniferen und der Farnpalmen oder Cycadeen vertreten, ſetzte während der Secundärzeit ganz überwiegend den Beſtand der Wälder zuſammen. Die farnartigen Pflanzen traten dagegen zurück und die Laubhölzer entwickelten ſich erſt gegen Ende des Zeitalters, in der Kreidezeit.

Viel kürzer und weniger eigenthümlich als dieſe drei erſten Zeitalter war der vierte Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte, die Tertiärzeit oder das Zeitalter der Laubwälder. Dieſer Zeitraum, welcher auch caenolithiſches oder caenozoiſches Zeitalter heißt erſtreckte ſich vom Ende der Kreideſchichtenbildung bis zum Ende der pliocaenen Schichtenbildung. Die während deſſen abgelagerten Schichten erreichen nur ungefähr eine mittlere Mächtigkeit von 3000 Fuß und bleiben demnach weit hinter den drei erſten Terrains zurück. Auch ſind die drei Syſteme, welche man in dem tertiären Terrain unterſcheidet, nur ſchwer von einander zu trennen. Das älteſte derſelben heißt eocaenes oder alttertiäres, das mittlere miocaenes oder mitteltertiäres und das jüngſte pliocaenes oder neutertiäres Syſtem.

Die geſammte Bevölkerung der Tertiärzeit nähert ſich im Ganzen und im Einzelnen ſchon viel mehr derjenigen der Gegenwart, als es in den vorhergehenden Zeitaltern der Fall war. Unter den Wir-

belthieren überwiegt von nun an die Classe der Säugethiere bei weitem alle übrigen. Ebenso herrscht in der Pflanzenwelt die formenreiche Gruppe der Deckſamenpflanzen oder Angioſpermen vor, deren Laubhölzer die charakteriſtiſchen Laubwälder der Tertiärzeit bildeten. Die Abtheilung der Angioſpermen beſteht aus den beiden Claſſen der Einkeimblättrigen oder Monocotyledonen und der Zweikeimblättrigen oder Dicotyledonen. Zwar hatten ſich Angioſpermen aus beiden Claſſen ſchon in der Kreidezeit gezeigt, und Säugethiere traten ſchon im letzten Abſchnitt der Triaszeit auf. Allein beide Gruppen, Säugethiere und Deckſamenpflanzen, erreichen ihre eigentliche Entwickelung und Oberherrſchaft erſt in der Tertiärzeit, ſo daß man dieſe mit vollem Rechte danach benennen kann.

Den fünften und letzten Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte bildet die Quartärzeit oder Culturzeit, derjenige, gegen die Länge der vier übrigen Zeitalter verſchwindend kurze Zeitraum, den wir gewöhnlich in komiſcher Selbſtüberhebung die „Weltgeſchichte" zu nennen pflegen. Da die Ausbildung des Menſchen und ſeiner Cultur, welche mächtiger als alle früheren Vorgänge auf die organiſche Welt umgeſtaltend einwirkte, dieſes Zeitalter charakteriſirt, ſo könnte man daſſelbe auch die Menſchenzeit, das anthropolithiſche oder anthropozoiſche Zeitalter nennen. Es könnte allenfalls auch das Zeitalter der Culturwälder heißen, weil ſelbſt auf den niederen Stufen der menſchlichen Cultur ihr umgeſtaltender Einfluß ſich bereits in der Benutzung der Wälder und ihrer Erzeugniſſe, und ſomit auch in der Phyſiognomie der Landſchaft bemerkbar macht. Geologiſch wird der Beginn dieſes Zeitalters, welches bis zur Gegenwart reicht, durch das Ende der pliocaenen Schichtenablagerung begrenzt.

Die neptuniſchen Schichten, welche während des verhältnißmäßig kurzen quartären Zeitraums abgelagert wurden, ſind an den verſchiedenen Stellen der Erde von ſehr verſchiedener, meiſt aber von ſehr geringer Dicke. Man bringt dieſelben in zwei verſchiedene Syſteme, von denen man das ältere als diluvial oder pleiſtocaen, das neuere als alluvial oder recent bezeichnet. Das Diluvial-Sy-

ſtem zerfällt ſelbſt wieder in zwei Formationen, in die älteren glacialen und die neueren poſtglacialen Bildungen. Während der älteren Diluvialzeit nämlich fand jene außerordentlich merkwürdige Erniedrigung der Erdtemperatur ſtatt, welche zu einer ausgedehnten Vergletſcherung der gemäßigten Zonen führte. Die hohe Bedeutung, welche dieſe „Eiszeit“ oder Glacial-Periode für die geographiſche und topographiſche Verbreitung der Organismen gewonnen hat, iſt bereits im vorhergehenden Vortrage auseinandergeſetzt worden (S. 324). Auch die auf die Eiszeit folgende „Nacheiszeit“, die poſtglaciale Periode oder die neuere Diluvialzeit, während welcher die Temperatur wiederum ſtieg, und das Eis ſich nach den Polen zurückzog, war für die gegenwärtige Geſtaltung der chorologiſchen Verhältniſſe höchſt bedeutungsvoll.

Der biologiſche Charakter der Quartärzeit liegt weſentlich in der Entwickelung und Ausbreitung des menſchlichen Organismus und ſeiner Cultur. Weit mehr als jeder andere Organismus hat der Menſch umgeſtaltend, zerſtörend und neubildend auf die Thier- und Pflanzenbevölkerung der Erde eingewirkt. Aus dieſem Grunde, — nicht weil wir dem Menſchen im Uebrigen eine privilegirte Ausnahmeſtellung in der Natur einräumen, — können wir mit vollem Rechte die Ausbreitung des Menſchen mit ſeiner Cultur als Beginn eines beſonderen letzten Hauptabſchnitts der organiſchen Erdgeſchichte bezeichnen. Wahrſcheinlich fand allerdings die körperliche Entwickelung des Urmenſchen aus menſchenähnlichen Affen bereits in der jüngeren oder pliocaenen, vielleicht ſogar ſchon in der mittleren oder miocaenen Tertiärzeit ſtatt. Allein die eigentliche Entwickelung der menſchlichen Sprache, welche wir als den wichtigſten Hebel für die Ausbildung der eigenthümlichen Vorzüge des Menſchen und ſeiner Herrſchaft über die übrigen Organismen betrachten, fällt wahrſcheinlich erſt in jenen Zeitraum, welchen man aus geologiſchen Gründen als pleiſtocaene oder diluviale Zeit von der vorhergehenden Pliocaenperiode trennt. Jedenfalls iſt derjenige Zeitraum, welcher ſeit der Entwickelung der menſchlichen Sprache bis zur Gegenwart verfloß, mag derſelbe auch

viele Jahrtauſende und vielleicht Hunderttauſende von Jahren in Anſpruch genommen haben, verſchwindend gering gegen die unermeßliche Länge der Zeiträume, welche vom Beginn des organiſchen Lebens auf der Erde bis zur Entſtehung des Menſchengeſchlechts verfloſſen.

Die vorſtehende tabellariſche Ueberſicht zeigt Ihnen rechts (S. 345) die Reihenfolge der paläontologiſchen Terrains, Syſteme und Formationen, d. h. der größeren und kleineren neptuniſchen Schichtengruppen, welche Verſteinerungen einſchließen, von den oberſten oder alluvialen bis zu den unterſten oder laurentiſchen Ablagerungen hinab. Die links gegenüberſtehende Tabelle (S. 344) führt Ihnen die hiſtoriſche Eintheilung der entſprechenden Zeiträume vor, der größeren und kleineren paläontologiſchen Perioden, und zwar in umgekehrter Reihenfolge, von der älteſten laurentiſchen bis auf die jüngſte quartäre Zeit hinauf. (Vergl. auch S. 352.)

Man hat viele Verſuche angeſtellt, die Zahl der Jahrtauſende, welche dieſe Zeiträume zuſammenſetzen, annähernd zu berechnen. Man verglich die Dicke der Schlammſchichten, welche erfahrungsgemäß während eines Jahrhunderts ſich abſetzen, und welche nur wenige Linien oder Zolle betragen, mit der geſammten Dicke der geſchichteten Geſteinsmaſſen, deren ideales Syſtem wir ſoeben überblickt haben. Dieſe Dicke mag im Ganzen durchſchnittlich ungefähr 130,000 Fuß betragen, und hiervon kommen 70,000 auf das primordiale oder archolithiſche, 42,000 auf das primäre oder paläolithiſche, 15,000 auf das ſecundäre oder meſolithiſche und endlich nur 3000 auf das tertiäre oder caenolithiſche Terrain. Die ſehr geringe und nicht annähernd beſtimmbare durchſchnittliche Dicke des quartären oder anthropolithiſchen Terrains kommt dabei gar nicht in Betracht. Man kann ſie höchſtens durchſchnittlich auf 500—700 Fuß anſchlagen. Selbſtverſtändlich haben aber alle dieſe Maßangaben nur einen ganz durchſchnittlichen und annähernden Werth, und ſollen nur dazu dienen, das relative Maßverhältniß der Schichtenſyſteme und der ihnen entſprechenden Zeitabſchnitte ganz ungefähr zu überblicken. Auch werden die Maße ſehr verſchieden abgeſchätzt.

Wenn man nun die geſammte Zeit der organiſchen Erdgeſchichte, d. h. den ganzen Zeitraum ſeit Beginn des Lebens auf der Erde bis auf den heutigen Tag, in hundert gleiche Theile theilt, und wenn man dann, dem angegebenen durchſchnittlichen Dickenverhältniß der Schichtenſyſteme entſprechend, die relative Zeitdauer der fünf Hauptabſchnitte oder Zeitalter nach Procenten berechnet, ſo ergiebt ſich folgendes Reſultat. (Vergl. S. 352.)

I.	Archolithiſche oder Primordialzeit	53,6
II.	Paläolithiſche oder Primärzeit	32,1
III.	Meſolithiſche oder Secundärzeit	11,5
IV.	Caenolithiſche oder Tertiärzeit	2,3
V.	Anthropolithiſche oder Quartärzeit	0,5
	Summa	100,0

Es beträgt demnach die Länge des archolithiſchen Zeitraums, während deſſen noch gar keine landbewohnende Thiere und Pflanzen exiſtirten, mehr als die Hälfte, mehr als 53 Procent, dagegen die Länge des anthropolithiſchen Zeitraums, während deſſen der Menſch exiſtirte, kaum ein halbes Procent von der ganzen Länge der organiſchen Erdgeſchichte. Es iſt aber ganz unmöglich, die Länge dieſer Zeiträume auch nur annähernd nach Jahren zu berechnen.

Die Dicke der Schlammſchichten, welche während eines Jahrhunderts ſich in der Gegenwart ablagern, und welche man als Baſis für dieſe Berechnung benutzen wollte, iſt an den verſchiedenen Stellen der Erde unter den ganz verſchiedenen Bedingungen, unter denen überall die Ablagerung ſtattfindet, natürlich ganz verſchieden. Sie iſt ſehr gering auf dem Boden des hohen Meeres, in den Betten breiter Flüſſe mit kurzem Laufe, und in Landſeen, welche ſehr dürftige Zuflüſſe erhalten. Sie iſt verhältnißmäßig bedeutend an Meeresküſten mit ſtarker Brandung, am Ausfluß großer Ströme mit langem Lauf und in Landſeen mit ſtarken Zuflüſſen. An der Mündung des Miſſiſippi, welcher ſehr bedeutende Schlammmaſſen mit ſich fortführt, würden in 100,000 Jahren wohl etwa 600 Fuß abgelagert werden. Auf dem Grunde des offenen Meeres, weit von den Küſten entfernt, wer-

den ſich während dieſes langen Zeitraums nur wenige Fuß Schlamm abſetzen. Selbſt an den Küſten, wo verhältnißmäßig viel Schlamm abgelagert wird, mag die Dicke der dadurch während eines Jahrhunderts gebildeten Schichten, wenn ſie nachher ſich zu feſtem Geſteine verdichtet haben, doch nur wenige Zolle oder Linien betragen. Jedenfalls aber bleiben alle auf dieſe Verhältniſſe gegründeten Berechnungen ganz unſicher, und wir können uns auch nicht einmal annähernd die ungeheure Länge der Zeiträume vorſtellen, welche zur Bildung jener neptuniſchen Schichtenſyſteme erforderlich waren. Nur relative, nicht abſolute Zeitmaße ſind hier anwendbar.

Man würde übrigens auch vollkommen fehl gehen, wenn man die Mächtigkeit jener Schichtenſyſteme allein als Maßſtab für die inzwiſchen wirklich verfloſſene Zeit der Erdgeſchichte betrachten wollte. Denn Hebungen und Senkungen der Erdrinde haben beſtändig mit einander gewechſelt, und aller Wahrſcheinlichkeit nach entſpricht der mineralogiſche und paläontologiſche Unterſchied, den man zwiſchen je zwei auf einanderfolgenden Schichtenſyſtemen und zwiſchen je zwei Formationen derſelben wahrnimmt, einem beträchtlichen Zwiſchenraum von vielen Jahrtauſenden, während deſſen die betreffende Stelle der Erdrinde über das Waſſer gehoben war. Erſt nach Ablauf dieſer Zwiſchenzeit, als eine neue Senkung dieſe Stelle wieder unter Waſſer brachte, fand die Ablagerung einer neuen Bodenſchicht ſtatt. Da aber inzwiſchen die anorgiſchen und organiſchen Verhältniſſe an dieſem Orte eine beträchtliche Umbildung erfahren hatten, mußte die neugebildete Schlammſchicht aus verſchiedenen Bodenbeſtandtheilen zuſammengeſetzt ſein und ganz verſchiedene Verſteinerungen einſchließen.

Die auffallenden Unterſchiede, die zwiſchen den Verſteinerungen zweier übereinander liegenden Schichten ſo häufig ſtattfinden, ſind einfach und leicht nur durch die Annahme zu erklären, daß derſelbe Punkt der Erdoberfläche wiederholten Senkungen und Hebungen ausgeſetzt wurde. Noch gegenwärtig finden ſolche Hebungen und Senkungen, welche man der Reaction des feuer-flüſſigen Erdkerns gegen die erſtarrte Rinde zuſchreibt, in weiter Ausdehnung ſtatt.

Digitized by Google

IV. **Caenolithiſche Schichten-Syſteme.** 3000 Fuß.		Eocaen, Miocaen, Pliocaen.
III. **Meſolithiſche Schichten-Syſteme.** Ablagerungen der Secundärzeit. Circa 15,000 Fuß.		IX. Kreide-Syſtem. VIII. Jura-Syſtem. VII. Trias-Syſtem
II. **Paläolithiſche Schichten-Syſteme.** Ablagerungen der Primärzeit. Circa 42,000 Fuß.		VI. Permiſches Syſtem. V. Steinkohlen-Syſtem. IV. Deboniſches Syſtem.
Tabelle zur Ueberſicht der neptuniſchen verſteinerungsführenden Schichten-Syſteme der Erdrinde mit Bezug auf ihre verhältnißmäßige durchſchnittliche Dicke. (130,000 Fuß circa)	I. **Archolithiſche Schichten-Syſteme.** Ablagerungen der Primordialzeit. Circa 70,000 Fuß.	III. Siluriſches Syſtem. Circa 22,000 Fuß. II. Cambriſches Syſtem. Circa 18,000 Fuß. I. Laurentiſches Syſtem. Circa 30,000 Fuß.

So steigt z. B. die Küste von Schweden und ein Theil von der Westküste Südamerikas beständig langsam empor, während die Küste von Holland und ein Theil von der Ostküste Südamerikas allmählich untersinkt. Das Steigen wie das Sinken geschieht nur sehr langsam und beträgt im Jahrhundert bald nur einige Linien, bald einige Zoll oder höchstens einige Fuß. Wenn aber diese Bewegung Hunderte von Jahrtausenden hindurch ununterbrochen andauert, wird sie fähig, die höchsten Gebirge zu bilden.

Offenbar haben ähnliche Hebungen und Senkungen, wie sie an jenen Stellen noch heute zu messen sind, während des ganzen Verlaufes der organischen Erdgeschichte ununterbrochen an verschiedenen Stellen mit einander gewechselt. Das ergiebt sich mit Sicherheit aus der geographischen Verbreitung der Organismen (Vergl. S. 320). Nun ist es aber für die Beurtheilung unserer paläontologischen Schöpfungsurkunde außerordentlich wichtig, sich klar zu machen, daß bleibende Schichten sich bloß während langsamer Senkung des Bodens unter Wasser ablagern können, nicht aber während andauernder Hebung. Wenn der Boden langsam mehr und mehr unter den Meeresspiegel versinkt, so gelangen die abgelagerten Schlammschichten in immer tieferes und ruhigeres Wasser, wo sie sich ungestört zu Gestein verdichten können. Wenn sich dagegen umgekehrt der Boden langsam hebt, so kommen die soeben abgelagerten Schlammschichten, welche Reste von Pflanzen und Thieren umschließen, sogleich wieder in den Bereich des Wogenspiels, und werden durch die Kraft der Brandung alsbald nebst den eingeschlossenen organischen Resten zerstört. Aus diesem einfachen, aber sehr gewichtigen Grunde können also nur während einer andauernden Senkung des Bodens sich reichlichere Schichten ablagern, in denen die organischen Reste erhalten bleiben. Wenn je zwei verschiedene über einander liegende Formationen oder Schichten mithin zwei verschiedenen Senkungsperioden entsprechen, so müssen wir zwischen diesen letzteren einen langen Zeitraum der Hebung annehmen, von dem wir gar nichts wissen, weil uns keine fossilen Reste von den damals lebenden Thieren und Pflanzen aufbewahrt werden

konnten. Offenbar verdienen aber dieſe ſpurlos dahingegangenen Hebungszeiträume nicht geringere Berückſichtigung als die damit abwechſelnden Senkungszeiträume, von deren organiſcher Bevölkerung uns die verſteinerungsführenden Schichten eine ungefähre Vorſtellung geben. Wahrſcheinlich waren die erſteren durchſchnittlich von nicht geringerer Dauer als die letzteren.

Schon hieraus ergiebt ſich, wie unvollſtändig unſere Urkunde nothwendig ſein muß, um ſo mehr, da ſich theoretiſch erweiſen läßt, daß gerade während der Hebungszeiträume das Thier- und Pflanzenleben an Mannichfaltigkeit zunehmen mußte. Denn indem neue Strecken Landes über das Waſſer gehoben werden, bilden ſich neue Inſeln. Jede neue Inſel iſt aber ein neuer Schöpfungsmittelpunkt, weil die zufällig dorthin verſchlageneu Thiere und Pflanzen auf dem neuen Boden im Kampf um's Daſein reiche Gelegenheit finden, ſich eigenthümlich zu entwickeln und neue Arten zu bilden. Die Bildung neuer Arten hat offenbar während dieſer Zwiſchenzeiten, aus denen uns leider keine Verſteinerungen erhalten bleiben konnten, vorzugsweiſe ſtattgefunden, während umgekehrt bei der langſamen Senkung des Bodens eher Gelegenheit zum Ausſterben zahlreicher Arten und zu einem Rückſchritt in der Artenbildung gegeben war. Auch die Zwiſchenformen zwiſchen den alten und den neu ſich bildenden Species werden vorzugsweiſe während jener Hebungszeiträume gelebt haben und konnten daher ebenfalls keine foſſilen Reſte hinterlaſſen.

Zu den ſehr bedeutenden und empfindlichen Lücken der paläontologiſchen Schöpfungsurkunde, welche durch die Hebungszeiträume bedingt werden, kommen nun leider noch viele andere Umſtände hinzu, welche den hohen Werth derſelben außerordentlich verringern. Dahin gehört vor Allen der metamorphiſche Zuſtand der älteſten Schichtengruppen, gerade derjenigen, welche die Reſte der älteſten Flora und Fauna, der Stammformen aller folgenden Organismen enthalten, und dadurch von ganz beſonderem Intereſſe ſein würden. Gerade dieſe Geſteine, und zwar der größere Theil der primordialen oder archolithiſchen Schichten, faſt das ganze laurentiſche und

ein großer Theil des cambriſchen Syſtems, enthalten gar keine kenntlichen Reſte mehr, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil dieſe Schichten durch den Einfluß des feuer-flüſſigen Erdinnern nachträglich wieder verändert oder metamorphoſirt worden ſind. Durch die Hitze des glühenden Erdkerns ſind dieſe tiefſten neptuniſchen Rindenſchichten in ihrer urſprünglichen Schichtenſtructur gänzlich umgewandelt und in einen kryſtalliniſchen Zuſtand übergeführt worden. Dabei ging aber die Form der darin eingeſchloſſenen organiſchen Reſte ganz verloren. Nur hie und da wurde ſie durch einen glücklichen Zufall erhalten, wie es bei Manchen der älteſten bekannten Petrefacten, aus den unterſten cambriſchen und laurentiſchen Schichten, der Fall iſt. Jedoch können wir aus den Lagern von kryſtalliniſcher Kohle (Graphit) und kryſtalliniſchem Kalk (Marmor), welche ſich in den metamorphiſchen Geſteinen eingelagert finden, mit Sicherheit auf die frühere Anweſenheit von verſteinerten Pflanzen- und Thierreſten in denſelben ſchließen.

Außerordentlich unvollſtändig wird unſere Schöpfungsurkunde durch den Umſtand, daß erſt ein ſehr kleiner Theil der Erdoberfläche genauer geologiſch unterſucht iſt, vorzugsweiſe England, Deutſchland und Frankreich. Dagegen wiſſen wir nur ſehr Wenig von den übrigen Theilen Europas, von Rußland, Spanien, Italien, der Türkei. Hier ſind uns nur einzelne Stellen der Erdrinde aufgeſchloſſen; der bei weitem größte Theil derſelben iſt uns unbekannt. Daſſelbe gilt von Nordamerika und von Oſtindien. Hier ſind wenigſtens einzelne Strecken unterſucht. Dagegen vom größten Theil Aſiens, des umfangreichſten aller Welttheile, wiſſen wir faſt Nichts, — von Afrika, ausgenommen das Kap der guten Hoffnung und die Mittelmeerküſte, faſt Nichts, — von Neuholland faſt Nichts, von Südamerika nur ſehr Wenig. Sie ſehen alſo, daß erſt ein ganz kleines Stück, wohl kaum der tauſendſte Theil von der geſammten Erdoberfläche gründlich paläontologiſch erforſcht iſt. Wir können daher wohl hoffen, bei weiterer Ausbreitung der geologiſchen Unterſuchungen, denen namentlich die Anlage von Eiſenbahnen und Bergwerken ſehr zu Hilfe kommen wird, noch einen großen Theil wichtiger Verſteine-

rungen aufzufinden. Ein Fingerzeig dafür ist uns durch die merkwürdigen Versteinerungen gegeben, die man an den wenigen genauer untersuchten Punkten von Afrika und Asien, in den Kapgegenden und am Himalaya, aufgefunden hat. Eine Reihe von ganz neuen und sehr eigenthümlichen Thierformen ist uns dadurch bekannt geworden. Freilich müssen wir andrerseits erwägen, daß der ausgedehnte Boden der jetzigen Meere vorläufig für die paläontologischen Forschungen ganz unzugänglich ist, und daß wir den größten Theil der hier seit uralten Zeiten begrabenen Versteinerungen entweder niemals oder im besten Fall erst nach Verlauf vieler Jahrtausende werden kennen lernen, wenn durch allmähliche Hebungen der gegenwärtige Meeresboden mehr zu Tage getreten sein wird. Wenn Sie bedenken, daß die ganze Erdoberfläche zu ungefähr drei Fünftheilen aus Wasser und nur zu zwei Fünftheilen aus Festland besteht, so können Sie ermessen, daß auch in dieser Beziehung die paläontologische Urkunde eine ungeheure Lücke enthält.

Nun kommen aber noch eine Reihe von Schwierigkeiten für die Paläontologie hinzu, welche in der Natur der Organismen selbst begründet sind. Vor allen ist hier hervorzuheben, daß in der Regel nur harte und feste Körpertheile der Organismen auf den Boden des Meeres und der süßen Gewässer gelangen und hier in Schlamm eingeschlossen und versteinert werden können. Es sind also namentlich die Knochen und Zähne der Wirbelthiere, die Kalkschalen der Weichthiere, die Chitinskelete der Gliederthiere, die Kalkskelete der Sternthiere und Corallen, ferner die holzigen, festen Theile der Pflanzen, die einer solchen Versteinerung fähig sind. Die weichen und zarten Theile dagegen, welche bei den allermeisten Organismen den bei weitem größten Theil des Körpers bilden, gelangen nur sehr selten unter so günstigen Verhältnissen in den Schlamm, daß sie versteinern, oder daß ihre äußere Form deutlich in dem erhärteten Schlamme sich abdrückt. Nun bedenken Sie, daß ganze große Classen von Organismen, wie z. B. die Medusen, die nackten Mollusken, welche keine Schale haben, ein großer Theil der Gliederthiere, fast alle Würmer und selbst die

niederſten Wirbelthiere gar keine feſten und harten, verſteinerungsfähigen Körpertheile beſitzen. Ebenſo ſind gerade die wichtigſten Pflanzentheile, die Blüthen, meiſtens ſo weich und zart, daß ſie ſich nicht in kenntlicher Form conſerviren können. Von allen dieſen wichtigen Organismen werden wir naturgemäß auch gar keine verſteinerten Reſte zu finden erwarten können. Ferner ſind die Jugendzuſtände faſt aller Organismen ſo weich und zart, daß ſie gar nicht verſteinerungsfähig ſind. Was wir alſo von Verſteinerungen in den neptuniſchen Schichtenſyſtemen der Erdrinde vorfinden, das ſind im Ganzen nur wenige Formen, und meiſtens nur einzelne Bruchſtücke.

Sodann iſt zu berückſichtigen, daß die Meerbewohner in einem viel höheren Grade Ausſicht haben, ihre todten Körper in den abgelagerten Schlammſchichten verſteinert zu erhalten, als die Bewohner der ſüßen Gewäſſer und des Feſtlandes. Die das Land bewohnenden Organismen können in der Regel nur dann verſteinert werden, wenn ihre Leichen zufällig ins Waſſer fallen und auf dem Boden in erhärtenden Schlammſchichten begraben werden, was von mancherlei Bedingungen abhängig iſt. Daher kann es uns nicht Wunder nehmen, daß die bei weitem größte Mehrzahl der Verſteinerungen Organismen angehört, die im Meere lebten, und daß von den Landbewohnern verhältnißmäßig nur ſehr wenige im foſſilen Zuſtande erhalten ſind. Welche Zufälligkeiten hierbei in's Spiel kommen, mag Ihnen allein der Umſtand beweiſen, daß man von vielen foſſilen Säugethieren, insbeſondere von faſt allen Säugethieren der Secundärzeit, weiter Nichts kennt, als den Unterkiefer. Dieſer Knochen iſt erſtens verhältnißmäßig feſt und löſt ſich zweitens ſehr leicht von dem todten Cadaver, das auf dem Waſſer ſchwimmt, ab. Während die Leiche vom Waſſer fortgetrieben und zerſtört wird, fällt der Unterkiefer auf den Grund des Waſſers hinab und wird hier vom Schlamm umſchloſſen. Daraus erklärt ſich allein die merkwürdige Thatſache, daß in einer Kalkſchicht des Juraſyſtems bei Oxford in England, in den Schiefern von Stonesfield, bis jetzt bloß die Unterkiefer von zahlreichen Beutelthieren gefunden worden ſind, den älteſten Säugethieren, welche wir

kennen. Von dem ganzen übrigen Körper derſelben war auch nicht ein Knochen mehr vorhanden. Die Gegner der Entwickelungstheorie würden nach der bei ihnen gebräuchlichen Logik hieraus den Schluß ziehen müſſen, daß der Unterkiefer der einzige Knochen im Leibe jener merkwürdigen Thiere war.

Für die kritiſche Würdigung der vielen unbedeutenden Zufälle, die unſere Kenntniß der Verſteinerungen in der bedeutendſten Weiſe beeinfluſſen, ſind ferner auch die Fußſpuren ſehr lehrreich, welche ſich in großer Menge in verſchiedenen ausgedehnten Sandſteinlagern, z. B. in dem rothen Sandſtein von Connecticut in Nordamerika, finden. Dieſe Fußtritte rühren offenbar von Wirbelthieren, wahrſcheinlich von Reptilien her, von deren Körper ſelbſt uns nicht die geringſte Spur erhalten geblieben iſt. Die Abdrücke, welche ihre Füße im Schlamm hinterlaſſen haben, verrathen uns allein die vormalige Exiſtenz von dieſen uns ſonſt ganz unbekannten Thieren.

Welche Zufälligkeiten außerdem noch die Grenzen unſerer paläontologiſchen Kenntniſſe beſtimmen, können Sie daraus ermeſſen, daß man von ſehr vielen wichtigen Verſteinerungen nur ein einziges oder nur ein paar Exemplare kennt. Es ſind noch nicht zwanzig Jahre her, ſeit wir mit dem unvollſtändigen Abdruck eines Vogels aus dem Juraſyſtem bekannt wurden, deſſen Kenntniß für die Phylogenie der ganzen Vögelclaſſe von der allergrößten Wichtigkeit iſt. Alle bisher bekannten Vögel ſtellten eine ſehr einförmig organiſirte Gruppe dar, und zeigten keine auffallenden Uebergangsbildungen zu anderen Wirbelthierclaſſen, auch nicht zu den nächſtverwandten Reptilien. Jener foſſile Vogel aus dem Jura dagegen beſaß keinen gewöhnlichen Vogelſchwanz, ſondern einen Eidechſenſchwanz, und beſtätigte dadurch die aus anderen Gründen vermuthete Abſtammung der Vögel von den Eidechſen. Durch dieſes einzige Petrefact wurde alſo nicht nur unſere Kenntniß von dem Alter der Vogelclaſſe, ſondern auch von ihrer Blutsverwandtſchaft mit den Reptilien weſentlich erweitert. Eben ſo ſind unſere Kenntniſſe von anderen Thiergruppen oft durch die zufällige Entdeckung einer einzigen

Verſteinerung weſentlich umgeſtaltet worden. Da wir aber wirklich von vielen wichtigen Petrefacten nur ſehr wenige Exemplare oder nur Bruchſtücke kennen, ſo muß auch aus dieſem Grunde die paläontologiſche Urkunde höchſt unvollſtändig ſein.

Eine weitere und ſehr empfindliche Lücke derſelben iſt durch den Umſtand bedingt, daß die Zwiſchenformen, welche die verſchiedenen Arten verbinden, in der Regel nicht erhalten ſind, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil dieſelben (nach dem Princip der Divergenz des Charakters) im Kampfe um's Daſein ungünſtiger geſtellt waren, als die am meiſten divergirenden Varietäten, die ſich aus einer und derſelben Stammform entwickelten. Die Zwiſchenglieder ſind im Ganzen immer raſch ausgeſtorben und haben ſich nur ſelten vollſtändig erhalten. Die am ſtärkſten divergirenden Formen dagegen konnten ſich längere Zeit hindurch als ſelbſtſtändige Arten am Leben erhalten, ſich in zahlreichen Individuen ausbreiten und demnach auch leichter verſteinert werden. Dadurch iſt jedoch nicht ausgeſchloſſen, daß nicht in vielen Fällen auch die verbindenden Zwiſchenformen der Arten ſich ſo vollſtändig verſteinert erhielten, daß ſie noch gegenwärtig die ſyſtematiſchen Paläontologen in die größte Verlegenheit verſetzen und endloſe Streitigkeiten über die ganz willkürlichen Grenzen der Species hervorrufen.

Ein ausgezeichnetes Beiſpiel der Art liefert die berühmte vielgeſtaltige Süßwaſſerſchnecke aus dem Stubenthal bei Steinheim in Würtemberg, welche bald als Paludina, bald als Valvata, bald als Planorbis multiformis beſchrieben worden iſt. Die ſchneeweißen Schalen dieſer kleinen Schnecke ſetzen mehr als die Hälfte von der ganzen Maſſe eines tertiären Kalkhügels zuſammen, und offenbaren dabei an dieſer einen Localität eine ſolche wunderbare Formen-Mannichfaltigkeit, daß man die am meiſten divergirenden Extreme als wenigſtens zwanzig ganz verſchiedene Arten beſchreiben und dieſe ſogar in vier ganz verſchiedene Gattungen verſetzen könnte. Aber alle dieſe extremen Formen ſind durch ſo maſſenhafte verbindende Zwiſchenformen verknüpft, und dieſe liegen ſo geſetzmäßig

über und neben einander, daß Hilgendorf daraus auf das Klarſte den Stammbaum der ganzen Formengruppe entwickeln konnte. Ebenſo finden ſich bei ſehr vielen anderen foſſilen Arten (z. B. vielen Ammoniten, Terebrateln, Seeigeln, Seelilien u. ſ. w.) die verknüpfenden Zwiſchenformen in ſolcher Maſſe, daß ſie die „foſſilen Specieskrämer“ zur Verzweiflung bringen.

Wenn Sie nun alle vorher angeführten Verhältniſſe erwägen, deren Reihe ſich leicht noch vermehren ließe, ſo werden Sie ſich nicht darüber wundern, daß der natürliche Schöpfungsbericht oder die Schöpfungsurkunde, wie ſie durch die Verſteinerungen gebildet wird, ganz außerordentlich lückenhaft und unvollſtändig iſt. Aber dennoch haben die wirklich gefundenen Verſteinerungen den größten Werth. Ihre Bedeutung für die natürliche Schöpfungsgeſchichte iſt nicht geringer als die Bedeutung, welche die berühmte Inſchrift von Roſette und das Decret von Kanopus für die Völkergeſchichte, für die Archäologie und Philologie beſitzen. Wie es durch dieſe beiden uralten Inſchriften möglich wurde, die Geſchichte des alten Egyptens außerordentlich zu erweitern, und die ganze Hieroglyphenſchrift zu entziffern, ſo genügen uns in vielen Fällen einzelne Knochen eines Thieres oder unvollſtändige Abdrücke einer niederen Thier- oder Pflanzenform, um die wichtigſten Anhaltspunkte für die Geſchichte einer ganzen Gruppe und die Erkenntniß ihres Stammbaums zu gewinnen. Ein paar kleine Backzähne, die in der Keuper-Formation der Trias gefunden wurden, haben für ſich allein den ſicheren Beweis geliefert, daß ſchon in der Triaszeit Säugethiere exiſtirten.

Von der Unvollkommenheit des geologiſchen Schöpfungsberichtes ſagt Darwin, in Uebereinſtimmung mit Lyell, dem berühmten, kürzlich verſtorbenen Geologen: „Der natürliche Schöpfungsbericht, wie ihn die Paläontologie liefert, iſt eine Geſchichte der Erde, unvollſtändig erhalten und in wechſelnden Dialecten geſchrieben, wovon aber nur der letzte, bloß auf einige Theile der Erdoberfläche ſich beziehende Band bis auf uns gekommen iſt. Doch auch von dieſem Bande iſt nur hie und da ein kurzes Capitel erhalten, und von je-

der Seite sind nur da und dort einige Zeilen übrig. Jedes Wort der langsam wechselnden Sprache dieser Beschreibung, mehr oder weniger verschieden in der ununterbrochenen Reihenfolge der einzelnen Abschnitte, mag den anscheinend plötzlich wechselnden Lebensformen entsprechen, welche in den unmittelbar auf einander liegenden Schichten unserer weit von einander getrennten Formationen begraben liegen."

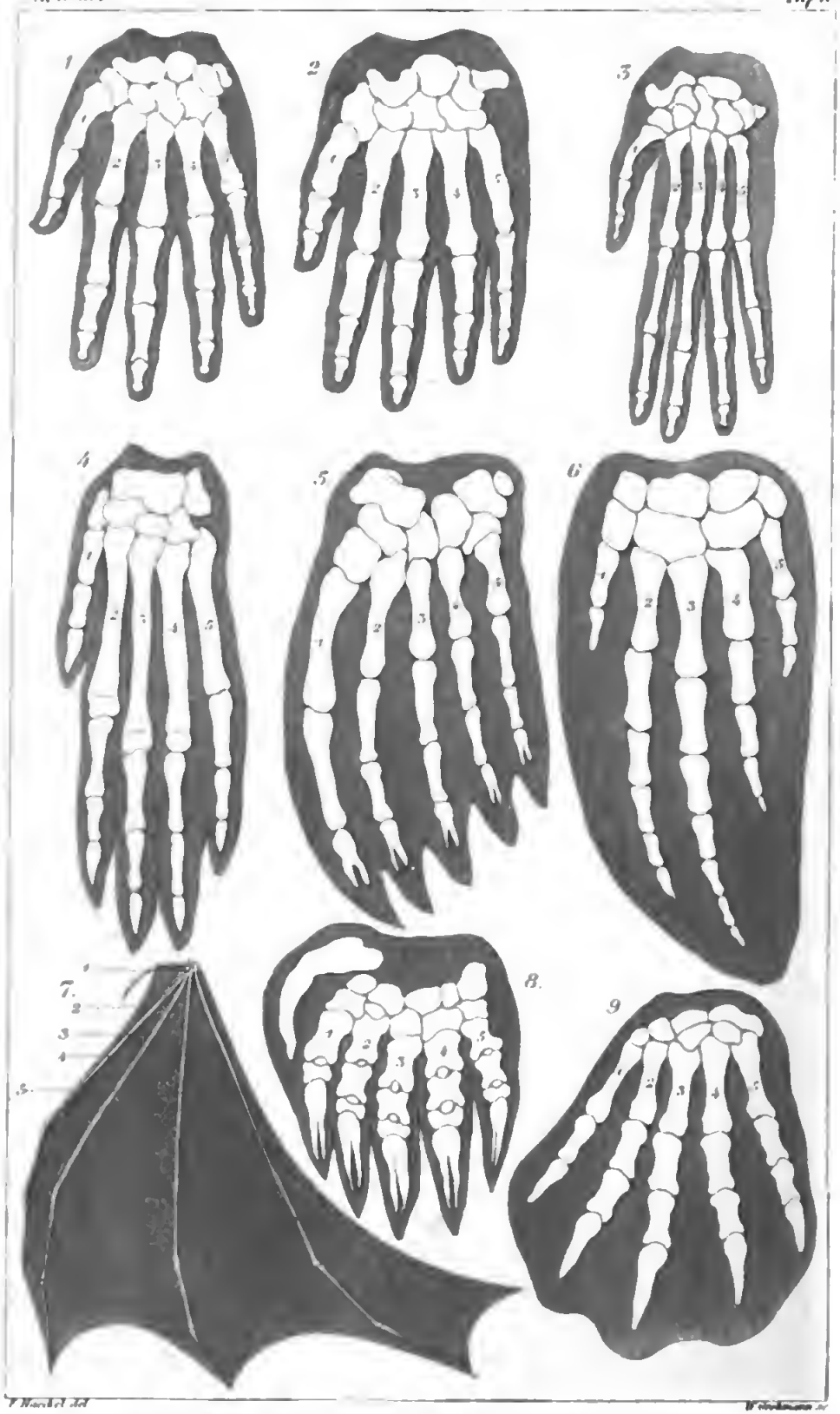
Wenn Sie diese außerordentliche Unvollständigkeit der paläontologischen Urkunde sich beständig vor Augen halten, so wird es Ihnen nicht wunderbar erscheinen, daß wir noch auf so viele unsichere Hypothesen angewiesen sind, wenn wir wirklich den Stammbaum der verschiedenen organischen Gruppen entwerfen wollen. Jedoch besitzen wir glücklicher Weise außer den Versteinerungen auch noch andere Urkunden für die Stammesgeschichte, welche in vielen Fällen von nicht geringerem und in den meisten sogar von viel höherem Werthe sind als die Petrefacten. Die bei weitem wichtigste von diesen anderen Schöpfungsurkunden ist ohne Zweifel die Ontogenie oder Keimesgeschichte, die Entwickelungsgeschichte des organischen Individuums (Embryologie und Metamorphologie). Diese wiederholt uns kurz in großen, markigen Zügen das Bild der Formenreihe, welche die Vorfahren des betreffenden Individuums von der Wurzel ihres Stammes an durchlaufen haben. Indem wir diese paläontologische Entwickelungsgeschichte der Vorfahren als Stammesgeschichte oder Phylogenie bezeichneten, konnten wir das wichtige biogenetische Grundgesetz aussprechen: „Die Ontogenie ist eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung oder Recapitulation der Phylogenie." Indem jedes Thier und jedes Gewächs vom Beginn seiner individuellen Existenz an eine Reihe von ganz verschiedenen Formzuständen durchläuft, deutet es uns in schneller Folge und in allgemeinen Umrissen die lange und langsam wechselnde Reihe von Formzuständen an, welche seine Ahnen seit den ältesten Zeiten durchlaufen haben (Vergl. meine „Anthropogenie).[56])

Allerdings iſt die Skizze, welche uns die Ontogenie der Organismen von ihrer Phylogenie giebt, in den meiſten Fällen mehr oder weniger verwiſcht, und zwar um ſo mehr, je mehr die Anpaſſung im Laufe der Zeit das Uebergewicht über die Vererbung erlangt hat, und je mächtiger das Geſetz der abgekürzten Vererbung und das Geſetz der wechſelbezüglichen Anpaſſung eingewirkt haben. Allein dadurch wird der hohe Werth nicht vermindert, welchen die wirklich treu erhaltenen Züge jener Skizze beſitzen. Beſonders für die Erkenntniß der früheſten paläontologiſchen Entwickelungszuſtände iſt die Ontogenie von ganz unſchätzbarem Werthe, weil gerade von den älteſten Entwickelungszuſtänden der Stämme und Claſſen uns gar keine verſteinerten Reſte erhalten worden ſind und auch ſchon wegen der weichen und zarten Körperbeſchaffenheit derſelben nicht erhalten bleiben konnten. Keine Verſteinerung könnte uns von der unſchätzbar wichtigen Thatſache berichten, welche die Ontogenie uns erzählt, daß die älteſten gemeinſamen Vorfahren aller verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten ganz einfache Zellen, gleich den Eiern waren. Keine Verſteinerung könnte uns die unendlich werthvolle, durch die Ontogenie feſtgeſtellte Thatſache beweiſen, daß durch einfache Vermehrung, Gemeindebildung und Arbeitstheilung jener Zellen die unendlich mannichfaltigen Körperformen der vielzelligen Organismen entſtanden. So hilft uns die Ontogenie über viele und große Lücken der Paläontologie hinweg.

Zu den unſchätzbaren Schöpfungsurkunden der Paläontologie und Ontogenie geſellen ſich nun drittens die nicht minder wichtigen Zeugniſſe für die Blutsverwandtſchaft der Organismen, welche uns die vergleichende Anatomie liefert. Wenn äußerlich ſehr verſchiedene Organismen in ihrem inneren Bau nahezu übereinſtimmen, ſo können wir daraus mit Sicherheit ſchließen, daß dieſe Uebereinſtimmung ihren Grund in der Vererbung, jene Ungleichheit dagegen ihren Grund in der Anpaſſung hat. Betrachten Sie z. B. vergleichend die Hände oder Vorderpfoten der neun verſchiedenen Säugethiere, welche auf der gegenüberſtehenden Tafel IV abgebildet ſind, und bei

TAYLOR INST.
OXFORD

Digitized by Google



1. Mensch. 2 Gorilla. 3. Orang. 4. Hund. 5. Seehund 6. Delphin.
7. Fledermaus. 8 Maulwurf. 9. Schnabelthier

denen das knöcherne Skelet-Gerüſt im Innern der Hand und der fünf Finger ſichtbar iſt. Ueberall finden ſich bei der verſchiedenſten äußeren Form dieſelben Knochen in derſelben Zahl, Lagerung und Verbindung wieder. Daß die Hand des Menſchen (Fig. 1) von derjenigen ſeiner nächſten Verwandten, des Gorilla (Fig. 2) und des Orang (Fig. 3), ſehr wenig verſchieden iſt, wird vielleicht ſehr natürlich erſcheinen. Wenn aber auch die Vorderpfote des Hundes (Fig. 4), ſowie die Bruſtfloſſe (die Hand) des Seehundes (Fig. 5) und des Delphins (Fig. 6) ganz denſelben weſentlichen Bau zeigt, ſo wird dies ſchon mehr überraſchen. Und noch wunderbarer wird es Ihnen vorkommen, daß auch der Flügel der Fledermaus (Fig. 7), die Grabſchaufel des Maulwurfs (Fig. 8) und der Vorderfuß des unvollkommenſten aller Säugethiere, des Schnabelthiers (Fig. 9) ganz aus denſelben Knochen zuſammengeſetzt iſt. Nur die Größe und Form der Knochen iſt vielfach geändert. Die Zahl und die Art ihrer Anordnung und Verbindung iſt dieſelbe geblieben. (Vergl. auch die Erklärung der Taf. IV im Anhang.) Es iſt ganz undenkbar, daß irgend eine andere Urſache, als die gemeinſchaftliche Vererbung von gemeinſamen Stammeltern dieſe wunderbare Homologie oder Gleichheit im weſentlichen inneren Bau bei ſo verſchiedener äußerer Form verurſacht habe. Und wenn Sie nun im Syſtem von den Säugethieren weiter hinunterſteigen, und finden, daß ſogar bei den Vögeln die Flügel, bei den Reptilien und Amphibien die Vorderfüße, weſentlich in derſelben Weiſe aus denſelben Knochen zuſammengeſetzt ſind, wie die Arme des Menſchen und die Vorderbeine der übrigen Säugethiere, ſo können Sie ſchon daraus auf die gemeinſame Abſtammung aller dieſer Wirbelthiere mit voller Sicherheit ſchließen. Der Grad der inneren Formverwandtſchaft enthüllt Ihnen hier, wie überall, den Grad der wahren Stammverwandtſchaft.

Sechszehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Protiſtenreichs.

Specielle Durchführung der Deſcendenztheorie in dem natürlichen Syſtem der Organismen. Conſtruction der Stammbäume. Abſtammung aller mehrzelligen Organismen von einzelligen. Abſtammung der Zellen von Moneren. Begriff der organiſchen Stämme oder Phylen. Zahl der Stämme des Thierreichs und des Pflanzenreichs. Einheitliche oder monophyletiſche und vielheitliche oder polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe. Das Reich der Protiſten oder Urweſen. Die Claſſen des Protiſtenreichs. Moneren. Amoeben. Geißelſchwärmer oder Flagellaten. Flimmerkugeln oder Catallacten. Infuſorien. Ciliaten und Acineten. Labyrinthläuſer oder Labyrinthuleen. Kieſelzellen oder Diatomeen. Myxomyceten. Wurzelfüßer oder Rhizopoden. Bemerkungen zur allgemeinen Naturgeſchichte der Protiſten: ihre Lebenserſcheinungen, chemiſche Zuſammenſetzung und Formbildung (Individualität und Grundform). Phylogenie des Protiſtenreichs.

Meine Herren! Durch die denkende Vergleichung der individuellen und paläontologiſchen Entwickelung, ſowie durch die vergleichende Anatomie der Organismen, durch die vergleichende Betrachtung ihrer entwickelten Formverhältniſſe, gelangen wir zur Erkenntniß ihrer ſtufenweis verſchiedenen Formverwandtſchaft. Dadurch gewinnen wir aber zugleich einen Einblick in ihre wahre Stammverwandtſchaft, welche nach der Deſcendenztheorie der eigentliche Grund der Formverwandtſchaft iſt. Wir gelangen alſo, indem wir die empiriſchen Reſultate der Embryologie, Paläontologie und Anatomie zuſammenſtellen, vergleichen, und zur gegenſeitigen Ergänzung benutzen, zur annähernden Erkenntniß des natürlichen Syſtems, welches nach

unserer Ansicht der Stammbaum der Organismen ist. Allerdings bleibt unser menschliches Wissen, wie überall, so ganz besonders hier, nur Stückwerk, schon wegen der außerordentlichen Unvollständigkeit und Lückenhaftigkeit der empirischen Schöpfungsurkunden. Indessen dürfen wir uns dadurch nicht abschrecken lassen, jene höchste Aufgabe der Biologie in Angriff zu nehmen. Lassen Sie uns vielmehr sehen, wie weit es schon jetzt möglich ist, trotz des unvollkommenen Zustandes unserer embryologischen, paläontologischen und anatomischen Kenntnisse, eine annähernde Hypothese von dem verwandtschaftlichen Zusammenhang der Organismen aufzustellen.

Darwin giebt uns in seinen Werken auf diese speciellen Fragen der Descendenztheorie keine Antwort. Er äußert nur gelegentlich seine Vermuthung, „daß die Thiere von höchstens vier oder fünf, und die Pflanzen von eben so vielen oder noch weniger Stammarten herrühren". Da aber auch diese wenigen Hauptformen noch Spuren von verwandtschaftlicher Verkettung zeigen, und da selbst Pflanzen- und Thierreich durch vermittelnde Uebergangsformen verbunden sind, so gelangt er weiterhin zu der Annahme, „daß wahrscheinlich alle organischen Wesen, die jemals auf dieser Erde gelebt, von irgend einer Urform abstammen". Gleich Darwin haben auch die anderen Anhänger der Descendenztheorie dieselbe meistens bloß im Allgemeinen behandelt, und nicht den Versuch gemacht, sie auch speciell durchzuführen, und das „natürliche System" wirklich als „Stammbaum der Organismen" zu behandeln. Wenn wir daher hier dieses schwierige Unternehmen wagen, so müssen wir uns ganz auf unsere eigenen Füße stellen.

Ich habe 1866 in der systematischen Einleitung zu meiner allgemeinen Entwickelungsgeschichte (im zweiten Bande der generellen Morphologie) eine Anzahl von hypothetischen Stammtafeln für die größeren Organismengruppen aufgestellt, und damit thatsächlich den ersten Versuch gemacht, die Stammbäume der Organismen in der Weise, wie es die Entwickelungstheorie erfordert, wirklich zu construiren. Dabei war ich mir der außerordentlichen Schwierigkeiten

dieſer Aufgabe vollkommen bewußt. Indem ich trotz aller abſchreckenden Hinderniſſe dieſelbe dennoch in Angriff nahm, beanſpruchte ich weiter Nichts, als den erſten Verſuch gemacht und zu weiteren und beſſeren Verſuchen angeregt zu haben. Die meiſten Zoologen und Botaniker ſind von dieſem Anfang ſehr wenig befriedigt geweſen, und am wenigſten natürlich in dem engen Specialgebiete, in welchem ein Jeder beſonders arbeitet. Allein wenn irgendwo, ſo iſt gewiß hier das Tadeln viel leichter als das Beſſermachen. Daß bisher erſt ſo wenige Verſuche gemacht wurden, meine Stammbäume durch beſſere oder überhaupt durch andere zu erſetzen, beweiſt am beſten die ungeheure Schwierigkeit der unendlich verwickelten Aufgabe. Aber gleich allen anderen wiſſenſchaftlichen Hypotheſen, welche zur Erklärung der Thatſachen dienen, werden auch meine genealogiſchen Hypotheſen ſo lange auf Berückſichtigung Anſpruch machen dürfen, bis ſie durch beſſere erſetzt werden.

Hoffentlich wird dieſer Erſatz recht bald geſchehen, und ich wünſchte Nichts mehr, als daß mein erſter Verſuch recht viele Naturforſcher anregen möchte, wenigſtens auf dem engen, ihnen genau bekannten Specialgebiete des Thier- oder Pflanzenreichs die genaueren Stammbäume für einzelne Gruppen aufzuſtellen. Durch zahlreiche derartige Verſuche wird unſere genealogiſche Erkenntniß im Laufe der Zeit langſam fortſchreiten, und mehr und mehr der Vollendung näher kommen, obwohl mit Beſtimmtheit vorauszuſehen iſt, daß ein vollendeter Stammbaum niemals wird erreicht werden. Es fehlen uns und werden uns immer fehlen die unerläßlichen paläontologiſchen Grundlagen. Die älteſten Urkunden werden uns ewig verſchloſſen bleiben aus den früher bereits angeführten Urſachen. Die älteſten, durch Urzeugung entſtandenen Organismen, die Stammeltern aller folgenden, müſſen wir uns nothwendig als Moneren denken, als einfache weiche ſtructurloſe Eiweißklümpchen, ohne jede beſtimmte Form, ohne irgend welche harte und geformte Theile. Dieſe und ihre nächſten Abkömmlinge waren daher der Erhaltung im verſteinerten Zuſtande durchaus nicht fähig. Ebenſo fehlt uns aber aus den im letzten Vortrage aus-

führlich erörterten Gründen der bei weitem größte Theil von den zahlloſen paläontologiſchen Documenten, die zur ſicheren Durchführung der Stammesgeſchichte oder Phylogenie und zur wahren Erkenntniß der organiſchen Stammbäume eigentlich erforderlich wären. Wenn wir daher das Wagniß ihrer hypothetiſchen Conſtruction dennoch unternehmen, ſo ſind wir vor Allem auf die Unterſtützung der beiden anderen Urkundenreihen hingewieſen, welche das paläontologiſche Archiv in weſentlichſter Weiſe ergänzen, der Keimesgeſchichte und der vergleichenden Anatomie.

Ziehen wir dieſe höchſt werthvollen Urkunden gehörig denkend und vergleichend zu Rathe, ſo machen wir zunächſt die außerordentlich bedeutungsvolle Wahrnehmung, daß die allermeiſten Organismen, insbeſondere alle höheren Thiere und Pflanzen, aus einer Vielzahl von Zellen zuſammengeſetzt ſind, ihren Urſprung aber aus einem Ei nehmen, und daß dieſes Ei bei den Thieren ebenſo wie bei den Pflanzen eine einzige ganz einfache Zelle iſt: ein Klümpchen einer Eiweißverbindung, in welchem ein anderer eiweißartiger Körper, der Zellkern, eingeſchloſſen iſt. Dieſe kernhaltige Zelle wächſt und vergrößert ſich. Durch Theilung bildet ſich ein Zellenhäufchen, und aus dieſem entſtehen durch Arbeitstheilung in der früher beſchriebenen Weiſe die vielfach verſchiedenen Formen, welche die ausgebildeten Thier- und Pflanzenarten uns vor Augen führen. Dieſer unendlich wichtige Vorgang, welchen wir alltäglich bei der embryologiſchen Entwickelung jedes thieriſchen und pflanzlichen Individuums mit unſeren Augen Schritt für Schritt unmittelbar verfolgen können, und welchen wir in der Regel durchaus nicht mit der verdienten Ehrfurcht betrachten, belehrt uns ſicherer und vollſtändiger, als alle Verſteinerungen es thun könnten, über die urſprüngliche paläontologiſche Entwickelung aller mehrzelligen Organismen, aller höheren Thiere und Pflanzen. Denn da die Ontogenie oder die embryologiſche Entwickelung jedes einzelnen Individuums nichts weiter iſt, als ein kurzer Auszug der Phylogenie, eine Recapitulation der paläontologiſchen Entwickelung ſeiner Vorfahrenkette, ſo können wir daraus zunächſt mit voller Sicherheit den eben ſo

einfachen als bedeutenden Schluß ziehen, daß alle mehrzelligen Thiere und Pflanzen urſprünglich von einzelligen Organismen abſtammen. Die uralten primordialen Vorfahren des Menſchen ſo gut wie aller anderen Thiere und aller aus vielen Zellen zuſammengeſetzten Pflanzen waren einfache, iſolirt lebende Zellen. Dieſes unſchätzbare Geheimniß des organiſchen Stammbaumes wird uns durch das Ei der Thiere und durch die wahre Eizelle der Pflanzen mit untrüglicher Sicherheit verrathen. Wenn die Gegner der Deſcendenztheorie uns entgegenhalten, es ſei wunderbar und unbegreiflich, daß ein äußerſt complicirter vielzelliger Organismus aus einem einfachen einzelligen Organismus im Laufe der Zeit hervorgegangen ſei, ſo entgegnen wir einfach, daß wir dieſes unglaubliche Wunder jeden Augenblick nachweiſen und mit unſeren Augen verfolgen können. Denn die Embryologie der Thiere und Pflanzen führt uns in kürzeſter Zeit denſelben Vorgang greifbar vor Augen, welcher im Laufe ungeheurer Zeiträume bei der Entſtehung des ganzen Stammes ſtattgefunden hat.

Auf Grund der keimesgeſchichtlichen Urkunden können wir alſo mit voller Sicherheit behaupten, daß alle mehrzelligen Organismen eben ſo gut wie alle einzelligen urſprünglich von einfachen Zellen abſtammen; hieran würde ſich ſehr natürlich der Schluß reihen, daß die älteſte Wurzel des Thier- und Pflanzenreichs gemeinſam iſt. Denn die verſchiedenen uralten „Stammzellen“, aus denen ſich die wenigen verſchiedenen Hauptgruppen oder „Stämme“ (Phylen) des Thier- und Pflanzenreichs entwickelt haben, können ihre Verſchiedenheit ſelbſt erſt erworben haben, und können ſelbſt von einer gemeinſamen „Urſtammzelle“ abſtammen. Wo kommen aber jene wenigen „Stammzellen“ oder dieſe eine „Urſtammzelle“ her? Zur Beantwortung dieſer genealogiſchen Grundfrage müſſen wir auf die früher erörterte Plaſtidentheorie und die Urzeugungshypotheſe zurückgreifen. (S. 309.)

Wie wir damals zeigten, können wir uns durch Urzeugung unmittelbar nicht Zellen entſtanden denken, ſondern nur Moneren, Urweſen der denkbar einfachſten Art, gleich den noch jetzt lebenden Protamoeben, Protomyxen u. ſ. w. (S. 167, Fig. 1). Nur ſolche

ſtructurloſe Schleimkörperchen, deren ganzer eiweißartiger Leib ſo gleichartig in ſich wie ein anorgiſcher Kryſtall iſt, und dennoch die beiden organiſchen Grundfunctionen der Ernährung und Fortpflanzung vollzieht, konnten unmittelbar im Beginn der laurentiſchen Zeit aus anorgiſcher Materie durch Autogonie entſtehen. Während einige Moneren auf der urſprünglichen einfachen Bildungsſtufe verharrten, bildeten ſich andere allmählich zu Zellen um, indem der innere Kern des Eiweißleibes ſich von dem äußeren Zellſchleim ſonderte. Andererſeits bildete ſich durch Differenzirung der äußerſten Zellſchleimſchicht ſowohl um einfache (kernloſe) Cytoden, als um nackte (aber kernhaltige) Zellen eine äußere Hülle (Membran oder Schale). Durch dieſe beiden Sonderungsvorgänge in dem einfachen Urſchleim des Monerenleibes, durch die Bildung eines Kerns im Innern, einer Hülle an der äußeren Oberfläche des Plasmakörpers, entſtanden aus den urſprünglichen einfachſten Cytoden, den Moneren, jene vier verſchiedenen Arten von Plaſtiden oder Individuen erſter Ordnung, aus denen weiterhin alle übrigen Organismen durch Differenzirung und Zuſammenſetzung ſich entwickeln konnten. *Jedenfalls ſind die Moneren die Urquellen alles Lebens!*

Hier wird ſich Ihnen nun zunächſt die Frage aufdrängen: Stammen alle organiſchen Cytoden und Zellen, und mithin auch jene Stammzellen, welche wir vorher als die Stammeltern der wenigen großen Hauptgruppen des Thier- und Pflanzenreichs betrachtet haben, von einer einzigen urſprünglichen Monerenform ab, oder giebt es mehrere verſchiedene organiſche Stämme, deren jeder von einer eigenthümlichen ſelbſtſtändig durch Urzeugung entſtandenen Monerenart abzuleiten iſt. Mit anderen Worten: *Iſt die ganze organiſche Welt gemeinſamen Urſprungs, oder verdankt ſie mehrfachen Urzeugungsacten ihre Entſtehung?* Dieſe genealogiſche Grundfrage ſcheint auf den erſten Blick ein außerordentliches Gewicht zu haben. Indeſſen werden Sie bei näherer Betrachtung bald ſehen, daß ſie daſſelbe nicht beſitzt, vielmehr im Grunde von ſehr untergeordneter Bedeutung iſt.

Laſſen Sie uns hier zunächſt den Begriff des organiſchen Stammes feſtſtellen. Wir verſtehen unter Stamm oder Phylum die Geſammtheit aller derjenigen Organismen, deren Abſtammung von einer gemeinſamen Stammform aus anatomiſchen und entwickelungsgeſchichtlichen Gründen nicht zweifelhaft ſein kann, oder doch wenigſtens in hohem Maße wahrſcheinlich iſt. Unſere Stämme oder Phylen fallen alſo weſentlich dem Begriffe nach zuſammen mit jenen wenigen „großen Claſſen“ oder „Hauptclaſſen“, von denen auch Darwin glaubt, daß eine jede nur blutsverwandte Organismen enthält, und von denen er ſowohl im Thierreich als im Pflanzenreich nur ſehr wenige, in jedem Reiche etwa vier bis fünf annimmt. Im Thierreich würden dieſe Stämme im Weſentlichen mit jenen vier bis ſieben Hauptabtheilungen zuſammenfallen, welche die Zoologen ſeit Baer und Cuvier als „Hauptformen, Generalpläne, Zweige oder Kreiſe“ des Thierreichs unterſcheiden. (Vergl. S. 48.) Baer und Cuvier unterſchieden deren nur vier, nämlich 1. die Wirbelthiere (Vertebrata); 2. die Gliederthiere (Articulata); 3. die Weichthiere (Mollusca) und 4. die Strahlthiere (Radiata). Gegenwärtig unterſcheidet man gewöhnlich ſieben, indem man den Stamm der Gliederthiere in die beiden Stämme der Gliederfüßer (Arthropoda) und der Würmer (Vermes) trennt, und ebenſo den Stamm der Strahlthiere in die drei Stämme der Sternthiere (Echinoderma), der Pflanzenthiere (Zoophyta) und der Urthiere (Protozoa) zerlegt. Innerhalb jedes der ſieben Stämme zeigen alle dazu gehörigen Thiere trotz großer Mannichfaltigkeit der äußeren Form dennoch im inneren Bau ſo zahlreiche und wichtige gemeinſame Grundzüge, daß wir an ihrer Stammverwandtſchaft kaum zweifeln können. Daſſelbe gilt auch von den ſechs großen Hauptclaſſen, welche die neuere Botanik im Pflanzenreiche unterſcheidet, nämlich 1. die Blumenpflanzen (Phanerogamae); 2. die Farne (Filicinae); 3. die Moſe (Muscinae); 4. die Flechten (Lichenes); 5. die Pilze (Fungi) und 6. die Tange (Algae). Die letzten drei Gruppen zeigen ſelbſt wiederum unter ſich ſo nahe Beziehungen, daß man ſie als Thalluspflanzen (Thallo-

phyta) den drei ersten Hauptclassen gegenüber stellen, und somit die Zahl der Phylen oder Hauptgruppen des Pflanzenreichs auf vier beschränken könnte. Auch Moose und Farne könnte man als Prothalluspflanzen (Prothallota) zusammenfassen und dadurch die Zahl der Pflanzenstämme auf drei erniedrigen: Blumenpflanzen, Prothalluspflanzen und Thalluspflanzen.

Nun sprechen aber gewichtige Thatsachen der Anatomie und der Entwickelungsgeschichte sowohl im Thierreich als im Pflanzenreich für die Vermuthung, daß auch diese wenigen Hauptclassen oder Stämme noch an ihrer Wurzel zusammenhängen, d. h. daß ihre niedersten und ältesten Stammformen unter sich wiederum stammverwandt oder wenigstens nicht zu unterscheiden sind. Man kann auch noch einen Schritt weiter gehen und mit Darwin annehmen, daß die beiden Stammbäume des Thier- und Pflanzenreichs an ihrer tiefsten Wurzel zusammenhängen, daß auch die niedersten und ältesten Thiere und Pflanzen von einem einzigen gemeinsamen Urwesen abstammen. Natürlich könnte nach unserer Ansicht dieser gemeinsame Urorganismus nur ein durch Urzeugung entstandenes Moner sein.

Vorsichtiger werden wir vorläufig jedenfalls verfahren, wenn wir diesen letzten Schritt noch vermeiden, und wahre Stammverwandtschaft nur innerhalb jedes Stammes oder Phylum annehmen, wo sie durch die Thatsachen der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie ziemlich sicher gestellt wird. Aber schon jetzt können wir bei dieser Gelegenheit darauf hinweisen, daß zwei verschiedene Grundformen der genealogischen Hypothesen möglich sind, und daß alle verschiedenen Untersuchungen der Descendenztheorie über den Ursprung der organischen Formengruppen sich künftig entweder mehr in der einen oder mehr in der andern von diesen beiden Richtungen bewegen werden. Die einheitliche (einstämmige oder monophyletische) Abstammungshypothese wird bestrebt sein, den ersten Ursprung sowohl aller einzelnen Organismengruppen als auch der Gesammtheit derselben auf eine einzige gemeinsame, durch Urzeugung entstandene Monerenart zurückzuführen (S. 398). Die vielheitliche (viel-

ſtämmige oder polyphyletiſche) Deſcendenzhypotheſe dagegen wird annehmen, daß mehrere verſchiedene Monerenarten durch Urzeugung entſtanden ſind, und daß dieſe mehreren verſchiedenen Hauptclaſſen (Stämmen oder Phylen) den Urſprung gegeben haben (S. 399). Im Grunde iſt der ſcheinbar ſehr bedeutende Gegenſatz zwiſchen dieſen beiden Hypotheſen von ſehr geringer Wichtigkeit. Dieſe beiden, ſowohl die einheitliche oder monophyletiſche, als die vielheitliche oder polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe, müſſen nothwendig auf Moneren als auf die älteſte Wurzel des einen oder der vielen organiſchen Stämme zurückgehen. Da aber der ganze Körper aller Moneren nur aus einer einfachen, ſtructurloſen und formloſen Maſſe, einer eiweißartigen Kohlenſtoffverbindung beſteht, ſo können die Unterſchiede der verſchiedenen Moneren nur chemiſcher Natur ſein und nur in einer verſchiedenen atomiſtiſchen Zuſammenſetzung jener ſchleimartigen Eiweißverbindung beſtehen. Dieſe feinen und verwickelten Miſchungsverſchiedenheiten der unendlich mannichfaltig zuſammengeſetzten Eiweißverbindungen ſind aber vorläufig für die rohen und groben Erkenntnißmittel des Menſchen gar nicht erkennbar, und daher auch für unſere vorliegende Aufgabe zunächſt von weiter keinem Intereſſe.

Die Frage von dem einheitlichen oder vielheitlichen Urſprung wird ſich auch innerhalb jedes einzelnen Stammes immer wiederholen, wo es ſich um den Urſprung einer kleineren oder größeren Gruppe handelt. Im Pflanzenreiche z. B. werden die einen Botaniker mehr geneigt ſein, die ſämmtlichen Blumenpflanzen von einer einzigen Farnform abzuleiten, während die andern die Vorſtellung vorziehen werden, daß mehrere verſchiedene Phanerogamengruppen aus mehreren verſchiedenen Farngruppen hervorgegangen ſind. Ebenſo werden im Thierreiche die einen Zoologen mehr zu Gunſten der Annahme ſein, daß ſämmtliche placentale Säugethiere von einer einzigen Beutelthierform abſtammen, die andern dagegen mehr zu Gunſten der entgegengeſetzten Annahme, daß mehrere verſchiedene Gruppen von Placentalthieren aus mehreren verſchiedenen Beutelthiergruppen hervorgegangen ſind. Was das Menſchengeſchlecht ſelbſt betrifft, ſo werden die Einen

den Urſprung deſſelben aus einer einzigen Affenform vorziehen, während die Andern ſich mehr zu der Vorſtellung neigen werden, daß mehrere verſchiedene Menſchenarten unabhängig von einander aus mehreren verſchiedenen Affenarten entſtanden ſind. Ohne uns hier ſchon beſtimmt für die eine oder die andere Auffaſſung auszuſprechen, wollen wir dennoch die Bemerkung nicht unterdrücken, daß im Allgemeinen für die höchſten und höheren Formengruppen die einſtämmigen oder monophyletiſchen Deſcendenzhypotheſen mehr innere Wahrſcheinlichkeit beſitzen, dagegen für die niederen und niederſten Abtheilungen die vielſtämmigen oder polyphyletiſchen Abſtammungshypotheſen. Der früher erörterte chorologiſche Satz von dem einfachen „Schöpfungsmittelpunkte" oder der einzigen Urheimath der meiſten Species führt zu der Annahme, daß auch die Stammform einer jeden größeren und kleineren natürlichen Gruppe nur einmal im Laufe der Zeit und nur an einem Orte der Erde entſtanden iſt. Für alle einigermaßen differenzirten und höher entwickelten Claſſen und Claſſen-Gruppen des Thier- und Pflanzenreichs darf man dieſe einfache Stammeswurzel, dieſen monophyletiſchen Urſprung als geſichert annehmen (vergl. S. 313). Für die einfachen Organismen niederſten Ranges gilt dies aber nicht. Vielmehr wird wahrſcheinlich die entwickelte Deſcendenztheorie der Zukunft den polyphyletiſchen Urſprung für viele niedere und unvollkommene Gruppen der beiden organiſchen Reiche nachweiſen (Vergl. meinen Aufſatz über „Einſtämmigen und vielſtämmigen Urſprung" im „Kosmos" Bd. IV, 1879).

Immerhin kann man vorläufig (— als heuriſtiſche Hypotheſe! —) für das Thierreich einerſeits, für das Pflanzenreich andererſeits eine einſtämmige oder monophyletiſche Deſcendenz annehmen. Hiernach würden alſo die oben genannten ſieben Stämme oder Phylen des Thierreichs an ihrer unterſten Wurzel zuſammenhängen, und ebenſo die erwähnten drei bis ſechs Hauptclaſſen oder Phylen des Pflanzenreichs von einer gemeinſamen älteſten Stammform abzuleiten ſein. Wie der Zuſammenhang dieſer Stämme zu denken iſt,

werde ich in den nächſten Vorträgen erläutern. Zunächſt aber müſſen wir uns hier noch mit einer ſehr merkwürdigen Gruppe von Organismen beſchäftigen, welche weder in den Stammbaum des Pflanzenreichs, noch in den Stammbaum des Thierreichs ohne künſtlichen Zwang eingereiht werden können. Dieſe intereſſanten und wichtigen Organismen ſind die Urweſen, Zellinge oder Protiſten.

Sämmtliche Organismen, welche wir als Protiſten zuſammenfaſſen, zeigen in der äußeren Form, im inneren Bau und in den Lebenserſcheinungen entweder einen ſo einfachen indifferenten Charakter oder eine ſo merkwürdige Miſchung von thieriſchen und pflanzlichen Eigenſchaften, daß ſie mit klarem Rechte weder dem Thierreiche, noch dem Pflanzenreiche zugetheilt werden können, und daß ſeit mehr als zwanzig Jahren ein endloſer und fruchtloſer Streit darüber geführt wird, ob ſie in jenes oder in dieſes einzuordnen ſeien. Die meiſten Protiſten oder Urweſen ſind von ſo geringer Größe, daß man ſie mit bloßem Auge gar nicht wahrnehmen kann. Daher iſt die Mehrzahl derſelben erſt im Laufe der letzten fünfzig Jahre bekannt geworden, ſeit man mit Hülfe der verbeſſerten und allgemein verbreiteten Mikroſkope dieſe winzigen Organismen häufiger beobachtete und genauer unterſuchte. Aber ſobald man dadurch näher mit ihnen vertraut wurde, erhoben ſich auch alsbald unaufhörliche Streitigkeiten über ihre eigentliche Natur und ihre Stellung im natürlichen Syſteme der Organismen. Viele von dieſen zweifelhaften Urweſen wurden von den Botanikern für Thiere, von den Zoologen für Pflanzen erklärt; es wollte ſie keiner von Beiden haben. Andere wurden umgekehrt ſowohl von den Botanikern für Pflanzen, als von den Zoologen für Thiere erklärt; Jeder wollte ſie haben.

Dieſe Widerſprüche ſind nicht etwa durch unſere unvollkommene Kenntniß der Protiſten, ſondern wirklich durch die Natur dieſer Weſen bedingt. Die meiſten Protiſten bleiben zeitlebens einfache Zellen; da nun die organiſche Zelle das gemeinſame Grundelement ſowohl für den vielzelligen Pflanzenkörper wie für den vielzelligen Thierkörper iſt, da jener ſowohl wie dieſer urſprüng-

lich nur aus einer Zelle, der Eizelle, entsteht, so folgt aus der einzelligen Beschaffenheit der Protisten Nichts für ihre Stammverwandtschaft. Außerdem zeigen die meisten Protisten eine so bunte Vermischung von thierischen und pflanzlichen Zellcharakteren, daß es lediglich der Willkür des einzelnen Beobachters überlassen bleibt, ob er sie dem Thier- oder Pflanzenreich einreihen will. Je nachdem er diese beiden Reiche definirt, je nachdem er diesen oder jenen Charakter als bestimmend für die Thiernatur oder für die Pflanzennatur ansieht, wird er die einzelnen Protistenclassen bald dem Thierreiche, bald dem Pflanzenreiche zutheilen. Diese systematische Schwierigkeit ist aber dadurch zu einem ganz unauflöslichen Knoten geworden, daß alle neueren Untersuchungen über die niedersten Organismen die bisher angenommene scharfe Grenze zwischen Thier- und Pflanzenreich überhaupt völlig verwischt oder wenigstens dergestalt zerstört haben, daß ihre Wiederherstellung nur mittelst einer ganz künstlichen Definition beider Reiche möglich ist. Aber auch in diese Definition wollen viele Protisten durchaus nicht hineinpassen.

Aus diesen und vielen andern Gründen ist es jedenfalls, wenigstens vorläufig, das Beste, die zweifelhaften Zwitterwesen sowohl aus dem Thierreiche als aus dem Pflanzenreiche auszuweisen, und in einem zwischen beiden mitten innestehenden dritten organischen Reiche zu vereinigen. Dieses vermittelnde Zwischenreich habe ich als Reich der Zellinge oder Urwesen (Protista) in meiner allgemeinen Anatomie (im ersten Bande der generellen Morphologie Band I S. 191—238) ausführlich begründet. In meiner Monographie der Moneren [15]) und in meiner populären Schrift über „das Protistenreich“ [41]) habe ich später dasselbe in etwas veränderter Begrenzung und in schärferer Definition erläutert. Als selbstständige Classen des Protistenreichs kann man gegenwärtig die 12—13 Classen ansehen, welche in nachstehender Tabelle (S. 377) aufgeführt sind. Diese lassen sich wieder in vier größeren Gruppen oder Hauptclassen zusammenfassen, nämlich: 1. die Moneren, 2. die Bacillarien, 3. die Infusorien, und 4. die Rhizopoden.

Wahrſcheinlich wird die Anzahl der Protiſten durch die fortſchreitenden Unterſuchungen über die Naturgeſchichte der einfachſten Lebensformen, die erſt ſeit kurzer Zeit mit größerem Eifer betrieben werden, in Zukunft noch beträchtlich vermehrt werden. Mit den meiſten der genannten Claſſen iſt man erſt in den letzten zwanzig Jahren genauer bekannt geworden. Die höchſt intereſſanten Moneren und Labyrinthuleen, ſowie die Catallacten, ſind ſogar erſt vor wenigen Jahren überhaupt entdeckt worden; und der fabelhafte Formenreichthum der Radiolarien, die die tiefſten Meeres-Abgründe bevölkern, iſt uns erſt durch die wundervollen Entdeckungen der Challenger-Expedition erſchloſſen worden. Wahrſcheinlich ſind auch ſehr zahlreiche Protiſtengruppen in früheren Perioden ausgeſtorben, ohne uns bei ihrer größtentheils ſehr weichen Körperbeſchaffenheit foſſile Reſte hinterlaſſen zu haben. Einen ſehr beträchtlichen Zuwachs würde unſer Protiſtenreich erhalten, wenn wir auch die große Gruppe der einzelligen Pflanzen (Siphoneen, Desmidiaceen u. ſ. w.), ſowie die formenreiche Claſſe der Pilze (Fungi) an daſſelbe annectiren wollten. In der That weichen die Pilze durch ſo wichtige Eigenthümlichkeiten von den echten Pflanzen ab, daß man ſie ſchon mehrmals von dieſen letzteren ganz hat trennen wollen. Nur proviſoriſch laſſen wir ſie hier im Pflanzenreich ſtehen.

Der Stammbaum des Protiſtenreichs iſt noch in das tiefſte Dunkel gehüllt. Die eigenthümliche Verbindung von thieriſchen und pflanzlichen Eigenſchaften, der indifferente und unbeſtimmte Charakter ihrer Formverhältniſſe und Lebenserſcheinungen, dabei andrerſeits eine Anzahl von wichtigen, ganz eigenthümlichen Merkmalen, welche die meiſten der genannten Claſſen ſcharf von den anderen trennen, vereiteln vorläufig noch jeden Verſuch, ihre Blutsverwandtſchaft unter einander, oder mit den niederſten Thieren einerſeits, mit den niederſten Pflanzen andrerſeits, beſtimmter zu erkennen. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß die genannten und noch viele andere uns unbekannte Protiſtenclaſſen ganz ſelbſtſtändige organiſche Stämme oder Phylen darſtellen, deren jeder ſich aus einem, vielleicht ſogar aus mehreren, durch Urzeugung entſtandenen Moneren unabhängig entwickelt hat.

Syſtematiſche Ueberſicht

über die größeren und kleineren Gruppen des Protiſtenreichs.

Hauptclaſſen des Protiſtenreichs.	Claſſen des Protiſtenreichs.	Ordnungen der Protiſtenclaſſen.	Ein Gattungsname als Beiſpiel.
I. Monera	1. Monera	1. Lobomonera	Protamoeba
		2. Rhizomonera	Protomyxa
		3. Tachymonera	Bacterium
II. Bacillariae	2. Diatomeae	4. Naviculatae	Navicula
		5. Echinellatae	Cocconema
		6. Lacernatae	Frustulia
	3. Labyrinthuleae	7. Labyrinthuleae	Labyrinthula
III. Infusoria	4. Flagellata	8. Nudoflagellatae	Euglena
		9. Thecoflagellatae	Dinobryum
		10. Cilloflagellatae	Peridinium
		11. Cystoflagellatae	Noctiluca
	5. Catallacta	12. Catallacta	Magosphaera
	6. Ciliata	13. Holotricha	Paramaecium
		14. Heterotricha	Stentor
		15. Hypotricha	Enplotes
		16. Peritricha	Vorticella
	7. Acinetae	17. Monacinetae	Podophrya
		18. Synacinetae	Dendrosoma
	8. Gregarinae	19. Monocystida	Monocystis
		20. Polycystida	Didymophyes
IV. Rhizopoda	9. Lobosa	21. Gymnolobosa	Amoeba
		22. Thecolobosa	Arcella
	10. Myxomycetes	23. Physareae	Aethalium
		24. Stemoniteae	Stemonitis
		25. Trichiaceae	Trichia
		26. Lycogaleae	Lycogala
	11. Thalamophora	27. Monostegia	Gromia
		28. Polystegia	Miliola
		29. Monothalamia	Lagena
		30. Polythalamia	Polystomella
	12. Heliozoa	31. Aphrothoraca	Actinophrys
		32. Chalarothoraca	Acanthocystis
		33. Desmothoraca	Hedriocystis
	13. Radiolaria	34. Colloideae	Thalassicolla
		35. Sphaeroideae	Haliomma
		36. Discoideae	Euchitonia
		37. Cyrtoideae	Lithocampe
		38. Cricoideae	Petalospyris
		39. Solenariae	Aulosphaera
		40. Acanthariae	Acanthometra

Will man dieſer vielſtämmigen oder polyphyletiſchen Deſcendenzhypotheſe nicht beipflichten, und zieht man die einſtämmige oder monophyletiſche Annahme von der Blutsverwandtſchaft aller Organismen vor, ſo wird man die verſchiedenen Protiſtenclaſſen als niedere Wurzelſchößlinge zu betrachten haben, aus derſelben einfachen Monerenwurzel herausſproſſend, aus welcher die beiden mächtigen und vielverzweigten Stammbäume einerſeits des Thierreichs, andrerſeits des Pflanzenreichs entſtanden ſind. (Vergl. S. 398 und 399.) Bevor wir auf dieſe ſchwierige Frage näher eingehen, wird es wohl paſſend ſein, noch Einiges über den Inhalt der vorſtehend angeführten Protiſtenclaſſen und ihre allgemeine Naturgeſchichte vorauszuſchicken.

Auf der tiefſten Stufe des Protiſtenreiches, wie der organiſchen Welt überhaupt, ſtehen die ſchon mehrfach beſprochenen Moneren oder „Urlinge" (Monera), die höchſt merkwürdigen „Organismen ohne Organe" (Fig. 8). Sowohl auf allen Entwickelungsſtufen

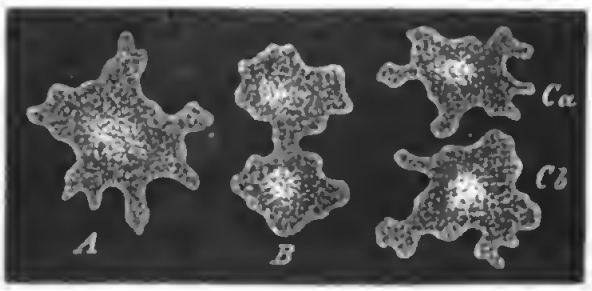


Fig. 8. Protamoeba primitiva, ein Moner des ſüßen Waſſers, ſtark vergrößert. *A.* Das ganze Moner mit feinen formwechſelnden Fortſätzen. *B.* Daſſelbe beginnt ſich in zwei Hälften zu theilen. *C.* Die Trennung der beiden Hälften iſt vollſtändig geworden und jede ſtellt nun ein ſelbſtſtändiges Individuum dar.

wie in völlig entwickeltem Zuſtande, beſteht ihr Leib bloß aus einem einfachen Stückchen „Urſchleim", Sarcode oder Plaſſon. Insbeſondere fehlt conſtant der Kern, welcher in allen echten Zellen ſich findet. Durch die vollkommene Gleichartigkeit ihrer ganzen eiweißartigen Körpermaſſe, durch den völligen Mangel einer Zuſammenſetzung aus ungleichartigen Theilchen ſchließen ſich, rein morphologiſch betrachtet, die Moneren näher an die Anorgane als an die Organismen an. Sie vermitteln offenbar den Uebergang zwiſchen anorgiſcher und or-

ganiſcher Körperwelt, wie ihn die Hypotheſe der Urzeugung annimmt (vergl. oben S. 305). Die Formen und die Lebenserſcheinungen der jetzt noch lebenden Moneren (Protamoeba, Protogenes, Protomyxa etc.) habe ich in meiner „Monographie der Moneren“ [15]) ausführlich beſchrieben und abgebildet, auch das Wichtigſte davon kurz im achten Vortrage angeführt (S. 164—167). Daher wiederhole ich hier nur als Beiſpiel die Abbildung der ſüßwaſſerbewohnenden Protamoeba (Fig. 8). Die Lebensgeſchichte der orangerothen Protomyxa aurantiaca, welche ich auf der canariſchen Inſel Lanzerote beobachtet habe, iſt auf Tafel I (S. 168) abgebildet (vergl. die Erklärung derſelben im Anhang). Außerdem füge ich hier noch die Abbildung einer Form des Bathybius hinzu, jenes merkwürdigen von Huxley entdeckten Moneres, das in Geſtalt von nackten Protoplasma-Klumpen und Schleimnetzen die größten Meerestiefen bewohnt (S. 165). Zwar iſt die Exiſtenz des Bathybius neuerdings mehrfach

Fig. 9. Bathybius Haeckelii, das „Urſchleim-Weſen“ der größten Meerestiefen. Die Figur zeigt in ſtarker Vergrößerung bloß jene Form des Bathybius, welche ein nacktes Protoplasma-Netzwerk darſtellt, ohne die Diskolithen und Cyatholithen, welche in anderen Formen deſſelben Moneres gefunden werden, und welche wahrſcheinlich als Ausſcheidungs-Producte deſſelben anzuſehen ſind.

beſtritten, indeſſen keineswegs beſtimmt widerlegt worden. (Vergl. meinen Aufſatz über „Bathybius und die Moneren“ im erſten Bande des „Kosmos“ und im „Protiſtenreich“, 1878). Wahrſcheinlich gehören zu den Moneren auch die berühmten Bacterien oder Vibrionen, äußerſt kleine, lebhaft bewegliche, kernloſe Protiſten, welche als die Urſache vieler anſteckenden Krankheiten (z. B. Milzbrand) betrachtet und meiſt zu den Pilzen gerechnet werden.

Als zweite Classe des Protistenreichs betrachten wir die Lobosen oder Amoebinen (Lobosa), welche wegen ihrer einfachen und indifferenten Zellen-Natur von besonderem Interesse sind. Es gehören hierher die nackten Amoeben (Gymnolobosa) und die beschalten Arcellen (Thecolobosa). Die gewöhnlichen Amoeben sind der Typus der einfachen, kernhaltigen, aber noch formlosen Zelle. Ganz ähnliche, nackte, kernhaltige Zellen kommen überall im Anfange der Entwickelung sowohl bei echten Pflanzen, als bei echten Thieren vor. Die Fortpflanzungszellen z. B. von vielen Algen (Sporen und Eier) existiren längere oder kürzere Zeit im Wasser in Form von nackten, kernhaltigen Zellen, die von einfachen Amoeben und von den nackten Eiern mancher Thiere (z. B. der Schwämme, Siphonophoren und Medusen) geradezu nicht zu unterscheiden sind. (Vergl. die Abbildung vom nackten Ei des Blasentangs im XVII. Vortrag.) Eigentlich ist jede nackte einfache Zelle, gleichviel ob sie aus dem Thier- oder Pflanzenkörper kommt, von einer selbstständigen Amoebe nicht wesentlich verschieden. Denn diese letztere ist selbst Nichts weiter als eine einfache Urzelle, ein nacktes Klümpchen von Zellschleim oder Protoplasma, welches einen Kern oder Nucleus enthält. Die Zusammenziehungsfähigkeit oder Contractilität dieses Protoplasma aber, welche die freie Amoebe im Ausstrecken und Einziehen formwechselnder Fortsätze zeigt, ist eine allgemeine Lebenseigenschaft des organischen Plasson eben sowohl in den thierischen wie in den pflanzlichen Plastiden. Wenn eine frei bewegliche, ihre Form beständig ändernde Amoebe in den Ruhezustand übergeht, so zieht sie sich kugelig zusammen und umgiebt sich mit einer ausgeschwitzten Membran. Dann ist sie der Form nach eben so wenig von einem thierischen Ei als von einer einfachen kugeligen Pflanzenzelle zu unterscheiden (Fig. 10 A).

Nackte kernhaltige Zellen, gleich den in Fig. 10 B abgebildeten, welche in beständigem Wechsel formlose fingerähnliche Fortsätze ausstrecken und wieder einziehen, und welche man deshalb als Amoeben bezeichnet, finden sich vielfach und sehr weit verbreitet im süßen Wasser und im Meere, ja sogar auf dem Lande kriechend vor. Dieselben

nehmen ihre Nahrung in derſelben Weiſe auf, wie es früher (S. 166) von den Protamoeben beſchrieben wurde. Bisweilen kann man ihre Fortpflanzung durch Theilung (Fig. 10 C, D) beobachten, die ich be-

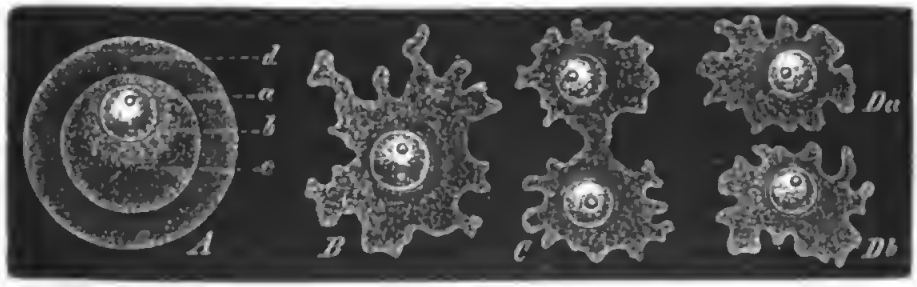


Fig. 10. Amoeba sphaerococcus (eine Amoebenform des ſüßen Waſſers ohne contractile Blaſe) ſtark vergrößert. *A*. Die eingekapſelte Amoebe im Ruhezuſtand, beſtehend aus einem kugeligen Plasmaklumpen (*c*), welcher einen Kern (*b*) nebſt Kernkörperchen (*a*) einſchließt. Die einfache Zelle iſt von einer Cyſte oder Zellenmembran (*d*) umſchloſſen. *B*. Die freie Amoebe, welche die Cyſte oder Zellhaut geſprengt und verlaſſen hat. *C*. Dieſelbe beginnt ſich zu theilen, indem ihr Kern in zwei Kerne zerfällt und der Zellſchleim zwiſchen beiden ſich einſchnürt. *D*. Die Theilung iſt vollendet, indem auch das Protoplasma vollſtändig in zwei Hälften zerfallen iſt (*Da* und *Db*).

reits in einem früheren Vortrage Ihnen geſchildert habe (S. 169). Viele von dieſen formloſen Amoeben ſind neuerdings als jugendliche Entwickelungszuſtände von anderen Protiſten (namentlich den Myxomyceten) oder als abgelöſte Zellen von niederen Thieren und Pflanzen erkannt worden. Die farbloſen Blutzellen der Thiere, z. B. auch die im menſchlichen Blute, ſind von Amoeben nicht zu unterſcheiden. Sie können gleich dieſen feſte Körperchen in ihr Inneres aufnehmen, wie ich zuerſt 1859 durch Fütterung derſelben mit feinzertheilten Farbſtoffen nachgewieſen habe. Andere Amoeben dagegen (wie die in Fig. 12 abgebildeten) ſcheinen ſelbſtſtändige „gute Species" zu ſein, indem ſie ſich viele Generationen hindurch unverändert fortpflanzen. Außer den eigentlichen oder nackten Amoeben (Gymnolobosae), finden wir weitverbreitet, beſonders im ſüßen Waſſer, auch beſchalte Amoeben (Thecolobosae), deren nackter Protoplasmaleib theilweis durch eine feſte Schale (Arcella) oder ſelbſt durch ein aus Steinchen zuſammengeklebtes Gehäuſe (Difflugia) geſchützt iſt.

Obgleich dieſe Schale mannichfaltige und zierliche Formen annimmt, entſpricht dennoch ihr lebendiger Inhalt nur einer einzigen einfachen Zelle, die ſich wie eine nackte Amoebe verhält.

Die einfachen nackten Amoeben ſind für die geſammte Biologie, und insbeſondere für die Stammesgeſchichte, nächſt den Moneren die wichtigſten von allen Organismen. Denn offenbar entſtanden dieſe einfachſten einzelligen Weſen urſprünglich aus einfachen Moneren (Protamoeba) dadurch, daß der erſte wichtige Sonderungsvorgang in ihrem homogenen Schleimkörper oder Plaſſon ſtattfand, nämlich die Differenzirung des inneren Kerns von dem umgebenden Protoplasma. Dadurch war der große Fortſchritt von einer einfachen (kernloſen) Cytode zu einer echten (kernhaltigen) Zelle geſchehen (vergl. Fig. 8 A und Fig. 10 B). Indem einige von dieſen Zellen ſich frühzeitig durch Ausſchwitzung einer erſtarrenden Membran abkapſelten, bildeten ſie die erſten Pflanzenzellen, während andere, nackt bleibende, ſich zu den erſten Thierzellen entwickeln konnten. In der Anweſenheit oder dem Mangel einer umhüllenden ſtarren Membran liegt der wichtigſte, obwohl keineswegs durchgreifende Formunterſchied der pflanzlichen und der thieriſchen Zellen. Indem die Pflanzenzellen ſich ſchon frühzeitig durch Einſchließung in ihre ſtarre, dicke und feſte Celluloſe-Schale abkapſeln, (gleich der ruhenden Amoebe, Fig. 10 A) bleiben ſie ſelbſtſtändiger und den Einflüſſen der Außenwelt weniger zugänglich, als die weichen, meiſtens nackten oder nur von einer dünnen und biegſamen Haut umhüllten Thierzellen. Daher vermögen aber auch die erſteren nicht ſo wie die letzteren zur Bildung höherer, zuſammengeſetzter Gewebstheile, z. B. Nervenfaſern, Muskelfaſern zuſammenzutreten. Zugleich wird ſich bei den älteſten einzelligen Organismen ſchon frühzeitig der wichtigſte Unterſchied in der thieriſchen und pflanzlichen Nahrungsaufnahme ausgebildet haben. Die älteſten einzelligen Thiere konnten als nackte Zellen, ſo gut wie die freien Amoeben (Fig. 10 B) und die farbloſen Blutzellen, feſte Körperchen in das Innere ihres weichen Leibes aufnehmen, während die älteſten ein-

zelligen Pflanzen, durch ihre Membran abgekapselt, hierzu nicht mehr fähig waren und bloß flüssige Nahrung (mittelst Diffusion) durch dieselbe durchtreten lassen konnten.

Auf die letztere Weise nähren sich auch die sonderbaren Gregarinen (Gregarinae. Das sind einzellige, ziemlich große Protisten, welche schmarotzend im Darme und in der Leibeshöhle vieler Thiere leben, sich wurmähnlich bewegen und zusammenziehen, und früher irrthümlich zu den Würmern gestellt wurden. Von den Amoeben unterscheiden sich die Gregarinen durch den Mangel der veränderlichen Fortsätze und durch eine dicke structurlose Hülle oder Membran, die ihren Zellenleib umschließt. Man kann sie als Amoeben auffassen, welche sich an parasitische Lebensweise gewöhnt und in Folge dessen mit einer ausgeschwitzten Hülle umgeben haben. Bald bleiben die Gregarinen einfache Zellen, bald legen sie sich zu Ketten von zwei oder drei Zellen an einander. Bei der Fortpflanzung ziehen sie sich kugelig zusammen, der Kern löst sich im Protoplasma auf und letzteres zerfällt in zahlreiche kleine Kügelchen. Diese umgeben sich mit spindelförmigen Hüllen und werden so zu sogenannten Psorospermien (oder Pseudo-Navicellen). Später schlüpft aus der Hülle ein kleines Moner heraus, welches sich durch Neubildung eines Kerns in eine Amoebe verwandelt. Indem letztere wächst und sich mit einer Hülle umgiebt, wird sie zur Gregarine.

Als eine vierte Protisten-Classe schließen sich hier die Geißelschwärmer oder Geißler an (Flagellata, Fig. 11). Gleich den Loboſen sind sie interessant durch ihre indifferente Natur und ihren neutralen Charakter, so daß sie von den Zoologen meistens für einzellige Thiere, von den Botanikern für einzellige Pflanzen erklärt werden. In der That zeigen sie gleich nahe und wichtige Beziehungen zum Pflanzenreich wie zum Thierreich. Einige Flagellaten sind von den frei beweglichen Jugendzuständen echter Pflanzen, namentlich den Schwärmsporen vieler Tange, nicht zu unterscheiden, während andere sich scheinbar den echten Thieren anschließen. In Wirklichkeit sind sie neutrale Protisten und stehen den bewimperten

Infuſorien (Ciliata) ſehr nahe. Die Geißelſchwärmer ſind einfache Zellen, welche entweder einzeln (Fig. 11) oder zu Colonien vereinigt

Fig. 11. Ein einzelner Geißelſchwärmer (Euglena striata) ſtark vergrößert. Oben iſt die fadenförmige ſchwingende Geißel ſichtbar, in der Mitte der runde Zellenkern mit ſeinem Kernkörperchen.

im ſüßen und ſalzigen Waſſer leben. Ihr charakteriſtiſcher Körpertheil iſt ein ſehr beweglicher, einfacher oder mehrfacher, peitſchenförmiger Anhang (Geißel oder Flagellum), mittelſt deſſen ſie lebhaft im Waſſer umherſchwärmen. Die rothen oder grünen Euglenen und Aſtaſien färben durch ihre ungeheuren Mengen im Frühjahr oft plötzlich das Waſſer roth oder grün. Die Claſſe zerfällt in vier Ordnungen. Die erſte Ordnung, die Nacktgeißler (Nudiflagellata), wozu die Euglenen (Fig. 11) gehören, beſitzen einen nackten Zellenleib, wogegen derſelbe bei den Panzergeißlern (Thecoflagellata) von einer Hülle umgeben iſt. Die kieſelſchaligen Peridinien oder Wimpergeißler (Cilioflagellata) beſitzen außerdem noch einen beſonderen Wimperring. Die größten und eigenthümlichſten Formen ſind aber die Meerleuchten oder Blaſengeißler (Cystoflagellata), welche im Dunkeln Licht ausſtrahlen und oft in ſolcher Maſſe auftreten, daß die Meeresoberfläche meilenweit leuchtet. Eine von dieſen Meeresleuchten (Leptodiscus medusoides) ahmt Form und Bewegungen einer wahren Meduſe nach und iſt trotzdem nur eine einfache ſchirmförmige Zelle.

Eine ſehr merkwürdige neue Protiſtenform, welche ich Flimmerkugel (Magosphaera) genannt habe, iſt im September 1869 von mir an der norwegiſchen Küſte entdeckt und in meinen biologiſchen Studien[15]) eingehend geſchildert worden (S. 137, Taf. V). Bei der Inſel Gis-Oe in der Nähe von Bergen fing ich an der Oberfläche des Meeres ſchwimmende äußerſt zierliche kleine Kugeln (Fig. 12), zuſammengeſetzt aus einer Anzahl von (ungefähr 30—40) wimpernden birnförmigen Zellen, die mit ihren ſpitzigen Enden ſtrah-

lenartig im Mittelpunkt der Kugel vereinigt waren. Nach einiger Zeit löſte ſich die Kugel auf. Die einzelnen Zellen ſchwammen

Fig 12. Die norwegiſche Flimmerkugel (Magosphaera planula) mittelſt ihres Flimmerkleides umherſchwimmend, von der Oberfläche geſehen.

ſelbſtſtändig im Waſſer umher, ähnlich gewiſſen bewimperten Infuſorien oder Ciliaten. Die Zellen ſenkten ſich nachher zu Boden, zogen ihre Wimperhaare in den Leib zurück und gingen allmählich in die Form einer kriechenden Amoebe über (ähnlich Fig. 10B). Die letztere kapſelte ſich ſpäter ein (wie in Fig. 10A) und zerfiel dann durch fortgeſetzte Zweitheilung in eine große Anzahl von Zellen (ganz wie bei der Eifurchung, Fig. 6, S. 266). Die Zellen bedeckten ſich mit Flimmerhärchen, durchbrachen die Kapſelhülle und ſchwammen nun wieder in der Form einer wimpernden Kugel umher (Fig. 12). Offenbar läßt ſich dieſer wunderbare Organismus, der bald als einfache Amoebe, bald als einzelne bewimperte Zelle, bald als vielzellige Wimperkugel erſcheint, in keiner der anderen Protiſtenclaſſen unterbringen und muß als Repräſentant einer neuen ſelbſtſtändigen Gruppe angeſehen werden. Da dieſelbe zwiſchen mehreren Protiſten in der Mitte ſteht und dieſelben mit einander verknüpft, kann ſie den Namen der Vermittler oder Catallacten führen.

Die bisher beſprochenen Protiſtenclaſſen, namentlich die Lobioſen und Flagellaten, werden häufig zu jener großen Abtheilung von niederen Organismen geſtellt, die man früher als Infuſionsthierchen (Infusoria) zuſammenfaßte. Man vereinigte darin viel verſchiedene Protiſten mit echten Pflanzen und echten Thieren, z. B. den wurmartigen Räderthierchen. Als Infuſorien im engeren Sinne

werden aber auch jetzt noch häufig diejenigen Protiſten bezeichnet, die wir hier unter dem Namen der „Wimperthierchen oder Wimperlinge“ (Ciliata) anſchließen. Dieſe vielgeſtaltigen und intereſſanten kleinen Geſchöpfe, welche in großen Maſſen alle ſüßen und ſalzigen Gewäſſer bevölkern, zeigen uns, wie weit es die einzelne Zelle in ihrem Streben nach Vollkommenheit bringen kann. Denn obgleich die Wimperlinge mit ſo lebhafter willkürlicher Bewegung und mit ſo zarter ſinnlicher Empfindung ausgeſtattet ſind, daß ſie früher allgemein für hochorganiſirte Thiere gehalten wurden, ſind doch auch ſie nur einfache Zellen. Die Oberfläche dieſer verſchiedenartig geſtalteten Zellen iſt mit zarten Wimperhärchen bedeckt, die ſowohl die Ortsbewegung, wie die Empfindung und die Nahrungsaufnahme vermitteln. Im Inneren liegt ein einfacher Zellkern. Theils pflanzen ſie ſich durch Theilung, theils durch Knospung oder Sporenbildung fort. Bei keiner Gruppe von Protiſten treten uns ſo deutlich und unleugbar die Aeußerungen des Seelenlebens der einzelnen Zelle entgegen, wie bei dieſen einzelligen Wimperlingen, und deshalb ſind ſie für die moniſtiſche Lehre von der Zellſeele von ganz beſonderem Intereſſe. (Vergl. meinen Aufſatz über „Zellſeelen und Seelenzellen“, Geſ. Popul. Vorträge I. Heft.) [50])

Als nächſte Verwandte der Ciliaten und als eine beſondere Infuſorienclaſſe werden gewöhnlich im Syſtem der Protiſten an jene die Starrlinge oder Acineten angeſchloſſen (Acinetae). Im Gegenſatze zu den geſchmeidigen und lebhaft beweglichen Wimperlingen ſitzen dieſe einzelligen Starrlinge meiſtens im Waſſer unbeweglich feſt und ſtrecken ſteife haarfeine Saugröhren aus, durch welche ſie andere Infuſorien ausſaugen. Gleich den Ciliaten vermehren ſich auch die Acineten bald durch Theilung, bald durch Knospung oder Bildung von beweglichen Schwärmſporen.

Während die vorſtehend betrachteten Protiſtenclaſſen, die Acineten und Ciliaten, Flagellaten und Catallacten, Gregarinen und Loboſen jetzt gewöhnlich als „Urthiere oder Protozoa“ gelten, wird die nun folgende große Hauptclaſſe, die der Bacillarien, in der

Regel zu den „Urpflanzen oder Protophyten“ gestellt. Es gehört dahin die große Classe der Diatomeen und die kleine Abtheilung der Labyrinthuleen. Im Gegensatze zu den ersteren sind diese Bacillarien einzellige Organismen ohne äußere Fortsätze, welche sich auf unbekannte Weise fortbewegen. Die Diatomeen bevölkern in ungeheuren Massen und in einer unendlichen Mannichfaltigkeit der zierlichsten Formen das Meer und die süßen Gewässer. Die meisten Diatomeen sind mikroskopisch kleine Zellen, welche entweder einzeln (Fig. 13) oder in großer Menge vereinigt leben, und entweder fest-

Fig. 13. Navicula hippocampus (stark vergrößert). In der Mitte der kieselschaligen Zelle ist der Zellenkern (Nucleus) nebst seinen Kernkörperchen (Nucleolus) sichtbar.

gewachsen sind oder sich in eigenthümlicher Weise rutschend, schwimmend oder kriechend umherbewegen. Ihr weicher Zellenleib, der durch einen charakteristischen Farbstoff bräunlich gelb gefärbt ist, wird stets von einer festen und starren Kieselschale umschlossen, welche die zierlichsten und mannichfaltigsten Formen besitzt. Diese Kieselhülle besteht eigentlich aus zwei Hälften, die nur locker zusammenhängen und sich verhalten, wie eine Schachtel und ihr Deckel. In der Fuge zwischen beiden finden sich eine oder ein paar Spalten, wodurch der eingeschlossene weiche Zellenleib mit der Außenwelt communicirt. Die Kieselschalen finden sich massenhaft versteinert vor und setzen manche Gesteine, z. B. den Biliner Polirschiefer und das schwedische Bergmehl, vorwiegend zusammen.

Wahrscheinlich den Diatomeen nächstverwandt sind die Labyrinthläufer (Labyrinthuleae), welche erst 1867 von Cienkowski an Pfählen im Seewasser entdeckt wurden (Fig. 14). Es sind spindelförmige, meistens dottergelb gefärbte Zellen, welche bald in dichten Haufen zu Klumpen vereinigt sitzen, bald in höchst eigenthümlicher Weise sich umherbewegen. Sie bilden dann in noch unerklärter Weise

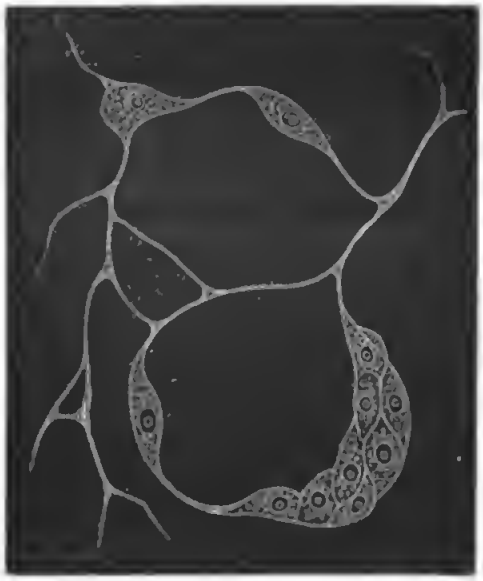


Fig. 14. Labyrinthula macrocystis (ſtark vergrößert). Unten eine Gruppe von zuſammengehäuften Zellen, von denen ſich links eine ſoeben abtrennt; oben zwei einzelne Zellen, welche in dem ſtarren netzförmigen Gerüſte ihrer „Fadenbahn" umherrutſchen.

ein netzförmiges Gerüſt von labyrinthiſch verſchlungenen Strängen, und in der ſtarren „Fadenbahn" dieſes Gerüſtes rutſchen ſie umher. Der Geſtalt nach würde man die Zellen der Labyrinthuleen für einfachſte Pflanzen, der Bewegung nach für einfachſte Thiere halten. In der That ſind ſie weder Thiere noch Pflanzen.

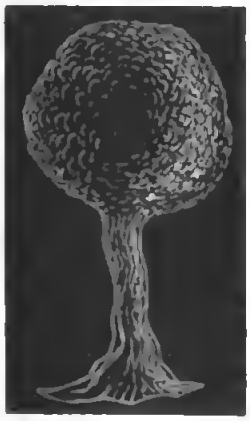


Fig. 15. Ein geſtielter Fruchtkörper (Sporenblaſe, mit Sporen angefüllt) von einem Myxomyceten (Physarum albipes), ſchwach vergrößert.

Eine ſehr ſonderbare, zehnte Protiſtenclaſſe bilden die merkwürdigen Schleimpilze (Myxomycetes). Dieſe galten früher allgemein für Pflanzen, für echte Pilze, bis vor zehn Jahren der Botaniker de Bary durch Entdeckung ihrer Ontogeneſe nachwies, daß dieſelben gänzlich von den Pilzen verſchieden und eher als niedere Thiere zu betrachten ſind. Allerdings iſt der reife Fruchtkörper derſelben eine rundliche, oft mehrere Zoll große, mit feinem Sporenpulver und weichen Flocken gefüllte Blaſe (Fig. 15), wie bei den bekannten Boviſten oder Bauchpilzen (Gastromycetes). Allein aus den Keimkörnern oder Sporen derſelben kommen nicht die charakteriſtiſchen Fadenzellen oder Hyphen der echten Pilze hervor, ſondern nackte Zellen, welche anfangs in Form von Geißelſchwärmern umherſchwimmen (Fig. 11), ſpäter nach Art

der Amoeben umherkriechen (Fig. 10B) und endlich mit anderen ihresgleichen zu großen Schleimkörpern oder „Plasmodien" zusammenfließen. Das sind unregelmäßige ausgedehnte Netze von Protoplasma, welche in beständigem Wechsel ihre unregelmäßige Form langsam ändern. Später ziehen sie sich auf einen runden Klumpen zusammen und verwandeln sich unmittelbar in den blasenförmigen Fruchtkörper. Wahrscheinlich kennen Sie Alle eines von jenen Plasmodien, dasjenige von Aethalium septicum, welches im Sommer als sogenannte „Lohblüthe" in Form einer schöngelben, oft mehrere Fuß breiten, salbenartigen Schleimmasse netzförmig die Lohhaufen und Lohbeete der Gerber durchzieht. Die schleimigen frei kriechenden Jugendzustände dieser Myxomyceten, welche meistens auf faulenden Pflanzenstoffen, Baumrinden u. s. w. in feuchten Wäldern leben, werden mit gleichem Recht oder Unrecht von den Zoologen für Thiere, wie die reifen und ruhenden blasenförmigen Fruchtzustände von den Botanikern für Pflanzen erklärt.

Die netzförmigen kriechenden Plasmodien der Schleimpilze haben die größte Aehnlichkeit mit den regellosen Protoplasmanetzen der sogenannten Rhizopoden, und werden daher jetzt oft schon zu dieser wichtigen Hauptclasse von Protisten gerechnet, zu welcher Viele auch die Lobosen stellen. Die Rhizopoden, Netzinge oder Wurzelfüßer (Rhizopoda) bevölkern das Meer seit den ältesten Zeiten der organischen Erdgeschichte in einer außerordentlichen Formenmannichfaltigkeit, theils auf dem Meeresboden kriechend, theils in verschiedenen Tiefen schwebend, theils an der Oberfläche schwimmend. Nur sehr wenige leben im süßen Wasser (z. B. Gromia, Actinophrys, Actinosphaerium). Die meisten besitzen feste, aus Kalkerde oder Kieselerde bestehende und höchst zierlich zusammengesetzte Schalen, welche in versteinertem Zustande sich vortrefflich erhalten. Oft sind dieselben zu dicken Gebirgsmassen angehäuft, obwohl die einzelnen Individuen sehr klein und häufig für das bloße Auge kaum oder gar nicht sichtbar sind. Nur wenige erreichen einen Durchmesser von einigen Linien oder selbst von ein paar Zollen. Ihren Namen führt

die ganze Classe davon, daß ihr nackter schleimiger Leib an der ganzen Oberfläche Tausende von äußerst feinen Schleimfäden ausstrahlt, falschen Füßchen, Scheinfüßchen oder Pseudopodien, welche sich wurzelförmig verästeln, netzartig verbinden, und in beständigem Formwechsel gleich den einfacheren Schleimfüßchen der Amoeboiden oder Protoplasten befindlich sind. Diese veränderlichen Scheinfüßchen dienen sowohl zur Ortsbewegung, als zur Nahrungsaufnahme.

Die Hauptclasse der Rhizopoden (nach Ausschluß der Myxomyceten und Loboſen) zerfällt in drei verschiedene Classen, die Kammerlinge oder Thalamophoren, die Sonnlinge oder Heliozoen und die Strahlinge oder Radiolarien. Die erste und niederste von diesen drei Classen bilden die Kammerlinge (Thalamophora). Hier besteht nämlich der ganze weiche Leib noch aus einfachem schleimigen Zellstoff oder aus Protoplasma, das bald einen Kern, bald mehrere Kerne einschließt. Allein trotz dieser primitiven Leibesbeschaffenheit schwitzen die Kammerlinge dennoch eine feste, meistens aus Kalkerde bestehende Schale aus, welche eine große Mannichfaltigkeit zierlicher Formbildung zeigt. Bei den älteren und einfacheren Thalamophoren ist diese Schale eine einfache, glockenförmige, röhrenförmige oder schneckenhausförmige Kammer, aus deren Mündung ein Bündel von Schleimfäden hervortritt. Im Gegensatz zu diesen Einkammerlingen (Monothalamia) besitzen die Vielkammerlinge (Polythalamia), zu denen die große Mehrzahl gehört, ein Gehäuse, welches aus zahlreichen kleinen Kammern in sehr künstlicher Weise zusammengesetzt ist. Bald liegen diese Kammern in einer Reihe hinter einander, bald in concentrischen Kreisen oder Spiralen ringförmig um einen Mittelpunkt herum, und dann oft in vielen Etagen übereinander, gleich den Logen eines großen Amphitheaters. Diese Bildung besitzen z. B. die Nummuliten, deren linsenförmige Kalkschalen, zu Milliarden angehäuft, an der Mittelmeerküste ganze Gebirge zusammensetzen. Die Steine, aus denen die egyptischen Pyramiden aufgebaut sind, bestehen aus solchem Nummulitenkalk. In den meisten Fällen sind die Schalenkammern der Polythalamien in einer Spiral-

linie um einander gewunden. Die Kammern ſtehen mit einander durch Gänge und Thüren in Verbindung, gleich den Zimmern eines großen Palaſtes, und ſind nach außen gewöhnlich durch zahlreiche kleine Fenſter geöffnet, aus denen der ſchleimige Körper formwechſelnde Scheinfüßchen ausſtrecken kann. Und dennoch, trotz des außerordentlich verwickelten und zierlichen Baues dieſes Kalklabyrinthes, trotz der unendlichen Mannichfaltigkeit in dem Bau und der Verzierung ſeiner zahlreichen Kammern, trotz der Regelmäßigkeit nnd Eleganz ihrer Ausführung, iſt dieſer ganze künſtliche Palaſt das ausgeſchwitzte Product einer vollkommen formloſen und ſtructurloſen Schleimmaſſe! Fürwahr, wenn nicht ſchon die ganze neuere Anatomie der thieriſchen und pflanzlichen Gewebe unſere Plaſtidentheorie ſtützte, wenn nicht alle allgemeinen Reſultate derſelben übereinſtimmend bekräftigten, daß das ganze Wunder der Lebenserſcheinungen und Lebensformen auf die active Thätigkeit der formloſen Eiweißverbindungen des Protoplasma zurückzuführen iſt, die Polythalamien allein ſchon müßten unſerer Theorie den Sieg verleihen. Denn hier können wir in jedem Augenblick die wunderbare, aber unleugbare und zuerſt von Dujardin und Max Schultze feſtgeſtellte Thatſache durch das Mikroſkop nachweiſen, daß der formloſe Schleim des weichen Plasmakörpers, dieſer wahre „Lebensſtoff“, die zierlichſten, regelmäßigſten und verwickeltſten Bildungen auszuſcheiden vermag. Dies iſt einfach eine Folge von vererbter Anpaſſung, und wir lernen dadurch verſtehen, wie derſelbe „Urſchleim“, daſſelbe Protoplasma, im Körper der Thiere und Pflanzen die verſchiedenſten und complicirteſten Zellenformen erzeugen kann.

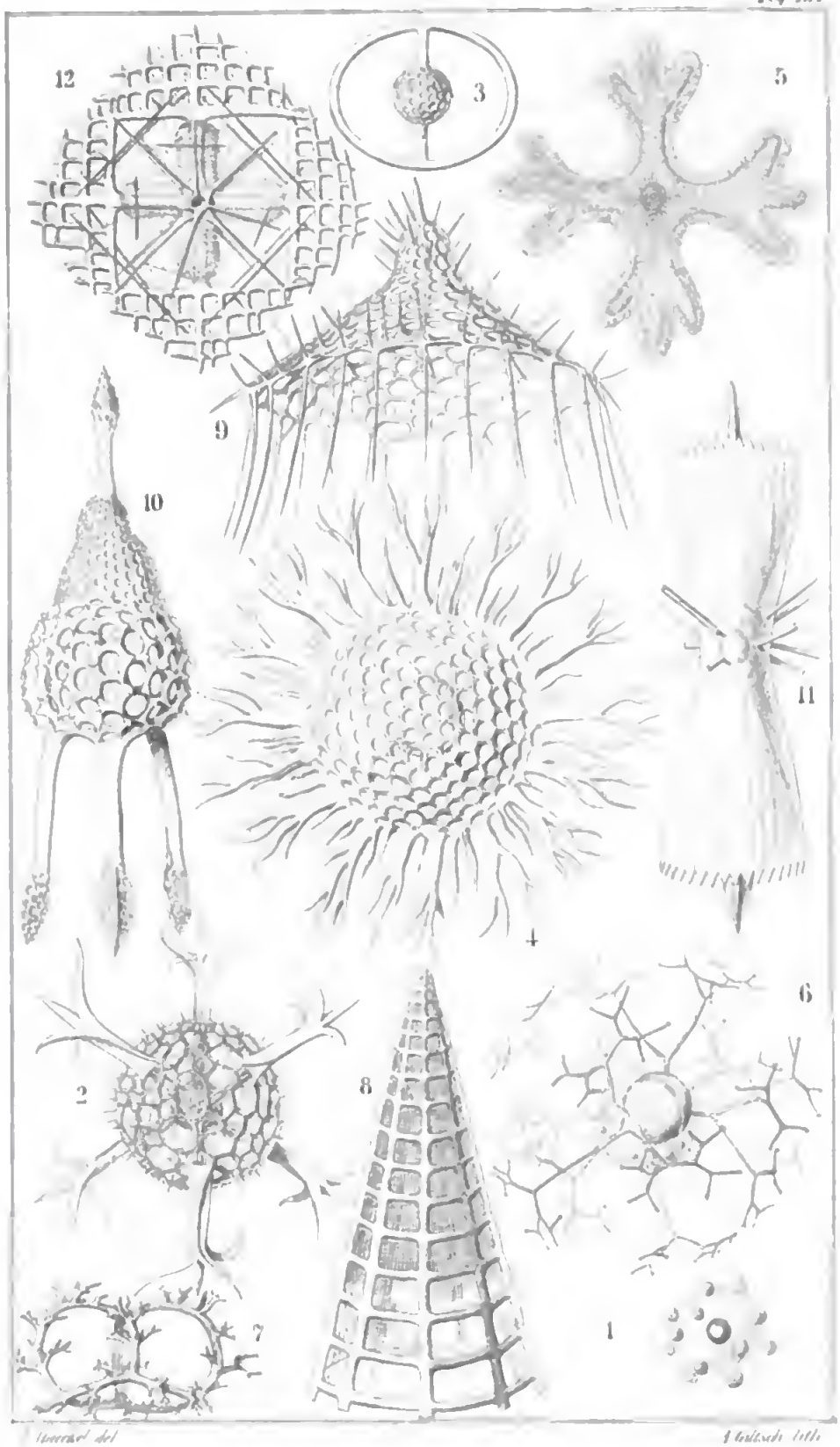
Zu der zweiten Claſſe der Wurzelfüßer, den Sonnlingen (Heliozoa), gehört unter Anderen das ſogenannte „Sonnenthierchen“, welches ſich in unſeren ſüßen Gewäſſern ſehr häufig findet. Schon im vorigen Jahrhundert wurde daſſelbe von Paſtor Eichhorn in Danzig beobachtet und nach ihm Actinosphaerium Eichhornii getauft. Es erſcheint dem bloßen Auge als ein gallertiges graues Schleimkügelchen von der Größe eines Stecknadelknopfes. Unter

dem Mikroskope sieht man Tausende feiner Schleimfäden von dem centralen Plasmakörper ausstrahlen, und bemerkt, daß eine innere zellige Markschicht von der äußeren blasigen Rindenschicht zu unterscheiden ist. Dadurch erhebt sich das kleine Sonnenwesen, trotz des Mangels einer Schale, bereits über die structurlosen Acyttarien und bildet den Uebergang von diesen zu den Radiolarien.

Die Strahlinge (Radiolaria) bilden die dritte und letzte Classe der Rhizopoden. In ihren niederen Formen schließen sie sich eng an die Sonnlinge und Kammerlinge an, während sie sich in ihren höheren Formen weit über diese erheben. Von beiden unterscheiden sie sich wesentlich dadurch, daß der centrale Theil des Körpers aus vielen Zellen zusammengesetzt und von einer festen Membran umhüllt ist. Diese geschlossene, meistens kugelige „Centralkapsel" ist in eine schleimige Plasmaschicht eingehüllt, von welcher überall Tausende von höchst feinen Fäden, die verästelten und zusammenfließenden Scheinfüßchen, ausstrahlen. Dazwischen sind zahlreiche gelbe Zellen von räthselhafter Bedeutung zerstreut, welche Stärkemehlkörner enthalten. Die meisten Radiolarien zeichnen sich durch ein sehr entwickeltes Skelet aus, welches aus Kieselerde besteht und eine wunderbare Fülle der zierlichsten und seltsamsten Formen zeigt. (Vergl. Taf. XVI nebst Erklärung.) Bald bildet dieses Kieselskelet eine einfache Gitterkugel (Fig. 16 s), bald ein künstliches System von mehreren concentrischen Gitterkugeln, welche in einander geschachtelt und durch radiale Stäbe verbunden sind. Meistens strahlen zierliche, oft baumförmig verzweigte Stacheln von der Oberfläche der Kugeln aus. Anderemale besteht das ganze Skelet bloß aus einem Kieselstern und ist dann meistens aus zwanzig, nach einem bestimmten mathematischen Gesetze vertheilten und in einem gemeinsamen Mittelpunkte vereinigten Stacheln zusammengesetzt. Bei noch anderen Radiolarien bildet das Skelet zierliche vielkammerige Gehäuse wie bei den Polythalamien. Es giebt wohl keine andere Gruppe von Organismen, welche eine solche Fülle der verschiedenartigsten Grundformen und eine so geometrische Regelmäßigkeit, verbunden mit der

Tiefsee-Radiolarien des Challenger

Taf. XII



zierlichſten Architektonik, in ihren Skeletbildungen entwickelte. Die meiſten der bis jetzt bekannt gewordenen Formen habe ich in der Meerenge von Meſſina beobachtet und in dem Atlas abgebildet, der meine Monographie der Radiolarien begleitet[13]). Eine der einfachſten Formen iſt die Cyrtidosphaera echinoides von Nizza (Fig. 16).

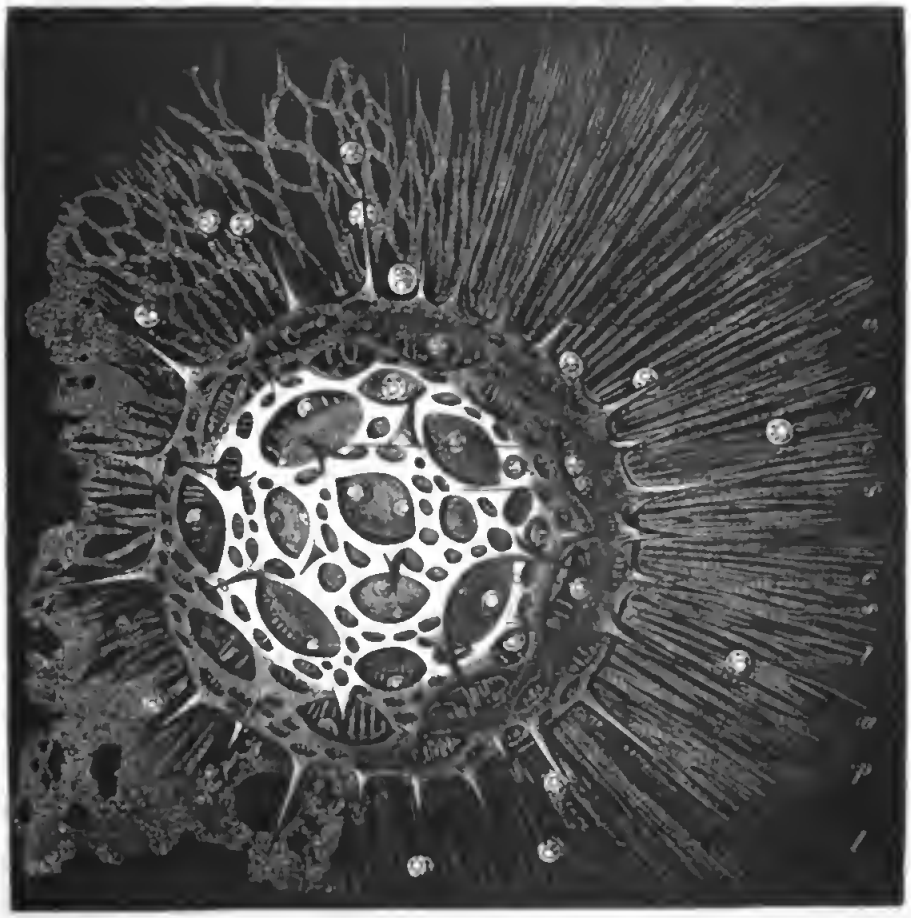


Fig. 16. Cyrtidosphaera echinoides, 400mal vergrößert. c. Kugelige Centralkapſel. s. Gitterförmig durchbrochene Kieſelſchale. a. Radiale Stacheln, welche von derſelben ausſtrahlen. p. Pſeudopodien oder Scheinfüßchen, welche von der die Centralkapſel umgebenden Schleimhülle ausſtrahlen. l. Gelbe kugelige Zellen, welche dazwiſchen geſtreut ſind, und Amylumkörner enthalten.

Das Skelet beſteht hier bloß aus einer einfachen Gitterkugel (s), welche kurze radiale Stacheln (a) trägt, und welche die Centralkapſel (c) locker umſchließt. Von der Schleimhülle, welche die letztere umgiebt, ſtrahlen ſehr zahlreiche und feine Scheinfüßchen (p) aus,

welche links zum Theil zurückgezogen und in eine klumpige Schleimmasse verschmolzen sind. Dazwischen sind viele gelbe Zellen (l) zerstreut.

Während die Thalamophoren meistens nur auf dem Grunde des Meeres leben, auf Steinen und Seepflanzen, zwischen Sand und Schlamm mittelst ihrer Scheinfüßchen umherkriechend, scheinen dagegen die Radiolarien sowohl an der Oberfläche des Meeres, als in den verschiedensten Tiefen desselben massenhaft zu schweben. Die denkwürdigen und epochemachenden Entdeckungen der Challenger-Expedition haben vor wenigen Jahren die überraschende Thatsache ergeben, daß der Schlamm des Meeresbodens oft gerade in den tiefsten Abgründen, (— bis zu 27,000 Fuß hinab!) größtentheils aus Radiolarien besteht. Sie finden sich hier in ungeheuren Mengen beisammen, sind aber meistens sehr klein. Früher hat man sie völlig übersehen und erst seit zwanzig Jahren genauer kennen gelernt. Fast nur diejenigen Radiolarien, welche in Gesellschaften beisammen leben (Polycyttarien), bilden Gallertklumpen von einigen Millimetern Durchmesser. Dagegen die meisten isolirt lebenden (Monocyttarien) kann man mit bloßem Auge nicht sehen. Trotzdem finden sich ihre versteinerten Schalen in solchen Massen angehäuft, daß sie bisweilen ganze Berge zusammensetzen, z. B. die Nikobareninseln bei Hinterindien und die Insel Barbados in den Antillen.

Da die Meisten von Ihnen mit den vorstehend angeführten Protistenclassen vermuthlich nur wenig oder vielleicht gar nicht genauer bekannt sein werden, so will ich jetzt zunächst noch einiges Allgemeine über ihre Naturgeschichte bemerken. Die große Mehrzahl aller Protisten lebt im Meere, theils freischwimmend an der Oberfläche der See, theils auf dem Meeresboden kriechend, oder an Steinen, Muscheln, Pflanzen u. s. w. festgewachsen. Sehr viele Arten von Protisten leben auch im süßen Wasser, aber nur eine sehr geringe Anzahl auf dem festen Lande (z. B. die Myxomyceten, einige Lobosen). Die meisten können nur durch das Mikroskop wahrgenommen werden, ausgenommen, wenn sie zu Millionen von Individuen zusam-

mengehäuft vorkommen. Nur wenige erreichen einen Durchmeſſer von mehreren Millimetern oder ſelbſt einigen Centimetern. Was ihnen aber an Körpergröße abgeht, erſetzen ſie durch die Production erſtaunlicher Maſſen von Individuen, und greifen dadurch oft ſehr bedeutend in die Oeconomie der Natur ein. Die unverweslichen Ueberreſte der geſtorbenen Protiſten, wie die Kieſelſchalen der Diatomeen und Radiolarien, die Kalkſchalen der Thalamophoren, ſetzen oft dicke Gebirgsmaſſen zuſammen.

In ihren Lebenserſcheinungen, insbeſondere in Bezug auf Ernährung und Fortpflanzung, ſchließen ſich die einen Protiſten mehr den Pflanzen, die anderen mehr den Thieren an. Die Nahrungsaufnahme ſowohl als der Stoffwechſel gleichen bald mehr denjenigen der niederen Thiere, bald mehr denjenigen der niederen Pflanzen. Freie Ortsbewegung kommt vielen Protiſten zu, während ſie anderen fehlt; allein hierin liegt gar kein entſcheidender Charakter, da wir auch unzweifelhafte Thiere kennen, denen die freie Ortsbewegung ganz abgeht, und echte Pflanzen, welche dieſelbe beſitzen. Eine Seele beſitzen alle Protiſten ſo gut wie alle Thiere und wie alle Pflanzen. Die Seelenthätigkeit der Protiſten äußert ſich in ihrer Reizbarkeit, d. h. in den Bewegungen und anderen Veränderungen, welche in Folge von mechaniſchen, elektriſchen, chemiſchen Reizen u. ſ. w. in ihrem contractilen Protoplasma eintreten. Bewußtſein, Willens- und Denk-Vermögen ſind vielleicht in demſelben geringen Grade vorhanden, wie bei vielen niederen Thieren, während manche von den höheren Thieren in dieſen Beziehungen wenig hinter den niederen Menſchen zurückſtehen. Am meiſten entwickelt erſcheint die Zellſeele in den einzelligen Ciliaten, die eben deshalb früher für vollkommene Thiere gehalten wurden. Wie bei allen übrigen Organismen, ſo ſind auch bei den Protiſten die Seelenthätigkeiten auf Molecular-Bewegungen im Protoplasma zurückzuführen.

Der wichtigſte phyſiologiſche Charakter des Protiſtenreichs liegt in der ausſchließlich ungeſchlechtlichen Fortpflanzung aller hierher gehörigen Organismen. Die echten Thiere und Pflanzen

vermehren sich fast ausschließlich nur auf geschlechtlichem Wege. Die niederen Thiere und Pflanzen vermehren sich zwar auch vielfach auf ungeschlechtlichem Wege, durch Theilung, Knospenbildung, Keimbildung u. s. w.; allein daneben findet sich bei denselben doch fast immer noch die geschlechtliche Fortpflanzung, oft mit ersterer regelmäßig in Generationen abwechselnd (Metagenesis S. 185). Sämmtliche Protisten dagegen pflanzen sich ausschließlich nur auf dem ungeschlechtlichen Wege fort, und der Gegensatz der beiden Geschlechter ist bei ihnen überhaupt noch nicht durch Differenzirung entstanden. Es giebt weder männliche noch weibliche Protisten. Einzelne Ausnahmen von dieser Regel scheinen sich bei den Flagellaten (z. B. Volvocinen) zu finden. Die sogenannte „Conjugation" (oder „Copulation"), welche bei vielen Protisten sich findet, kann allerdings als ein Vorspiel oder Anfang geschlechtlicher Zeugung angesehen werden. Aber ein Unterschied der männlichen und weiblichen Zellen ist meistens noch nicht erkennbar.

Wie die Protisten in ihren Lebenserscheinungen zwischen Thieren und Pflanzen (und zwar vorzüglich zwischen den niedersten Formen derselben) mitten inne stehen, so gilt dasselbe auch von der chemischen Zusammensetzung ihres Körpers. Einer der wichtigsten Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung des Thier- und Pflanzenkörpers besteht in seiner charakteristischen Skeletbildung. Das Skelet oder das feste Gerüste des Körpers besteht bei den meisten echten Pflanzen aus der stickstofffreien Cellulose, welche ein Ausschwitzungsproduct des stickstoffhaltigen Zellschleimes oder Protoplasma ist. Bei den meisten echten Thieren dagegen besteht das Skelet gewöhnlich entweder aus stickstoffhaltigen Verbindungen (Chitin u. s. w.), oder aus Kalkerde. In dieser Beziehung verhalten sich die einen Protisten mehr wie Pflanzen, die anderen mehr wie Thiere. Bei Vielen ist auch das Skelet vorzugsweise oder ganz aus Kieselerde gebildet, welche sowohl im Thier- als Pflanzenkörper vorkommt. Der active Lebensstoff ist aber in allen Fällen das schleimige Protoplasma.

In Bezug auf die Formbildung der Protisten ist insbeson-

dere hervorzuheben, daß die Individualität ihres Körpers faſt immer auf der tiefſten Stufe der Entwickelung ſtehen bleibt. Sehr viele Protiſten bleiben zeitlebens einfache Plaſtiden oder Individuen erſter Ordnung. Bei den Moneren ſind dieſe Plaſtiden oder „Elementar-Organismen" bloße Cytoden, bei den meiſten Protiſten einfache Zellen. Andere bilden zwar durch Vereinigung von mehreren Individuen Colonien oder Staaten von Plaſtiden; allein auch dieſe höheren Individuen zweiter Ordnung verharren meiſtens auf einer ſehr niedrigen Ausbildungsſtufe. Die Bürger dieſer Plaſtidengemeinden bleiben ſehr gleichartig, gehen gar nicht oder nur in ſehr geringem Grade Arbeitstheilung ein, und vermögen daher ebenſo wenig ihren ſtaatlichen Organismus zu höheren Leiſtungen zu befähigen, als etwa in Bezug auf das menſchliche Gemeinweſen die Wilden Neuhollands dies können. Der Zuſammenhang der Plaſtiden bleibt auch meiſtens ſehr locker, und jede einzelne bewahrt ihre individuelle Selbſtſtändigkeit.

Daher bilden auch die Protiſten niemals echte Gewebe (Nerven, Muskeln, Gefäße, Parenchym), wie die echten Thiere und Pflanzen. Niemals bringen es die Protiſten zur Bildung von Keimblättern, wie ſie alle echten Thiere im Beginne der Keimung bilden. Ebenſo wenig entwickeln ſie ſich zu einem Thallus oder einem thallusartigen Zellcomplex, wie die echten Pflanzen. Die große Mehrzahl der Protiſten bleibt zeitlebens einzellig.

Ein zweiter Formcharakter, welcher nächſt der niederen Individualitätsſtufe die Protiſten beſonders auszeichnet, iſt der niedere Ausbildungsgrad ihrer ſtereometriſchen Grundform. Wie ich in meiner Grundformenlehre (im vierten Buche der generellen Morphologie) gezeigt habe, iſt bei den meiſten Organismen ſowohl in der Geſammtbildung des Körpers als in der Form der einzelnen Theile eine beſtimmte geometriſche Grundform nachzuweiſen. Dieſe ideale Grundform, welche durch die Zahl, Lagerung, Verbindung und Differenzirung der zuſammenſetzenden Theile beſtimmt iſt, verhält ſich zu der realen organiſchen Form ähnlich, wie ſich die ideale geo-

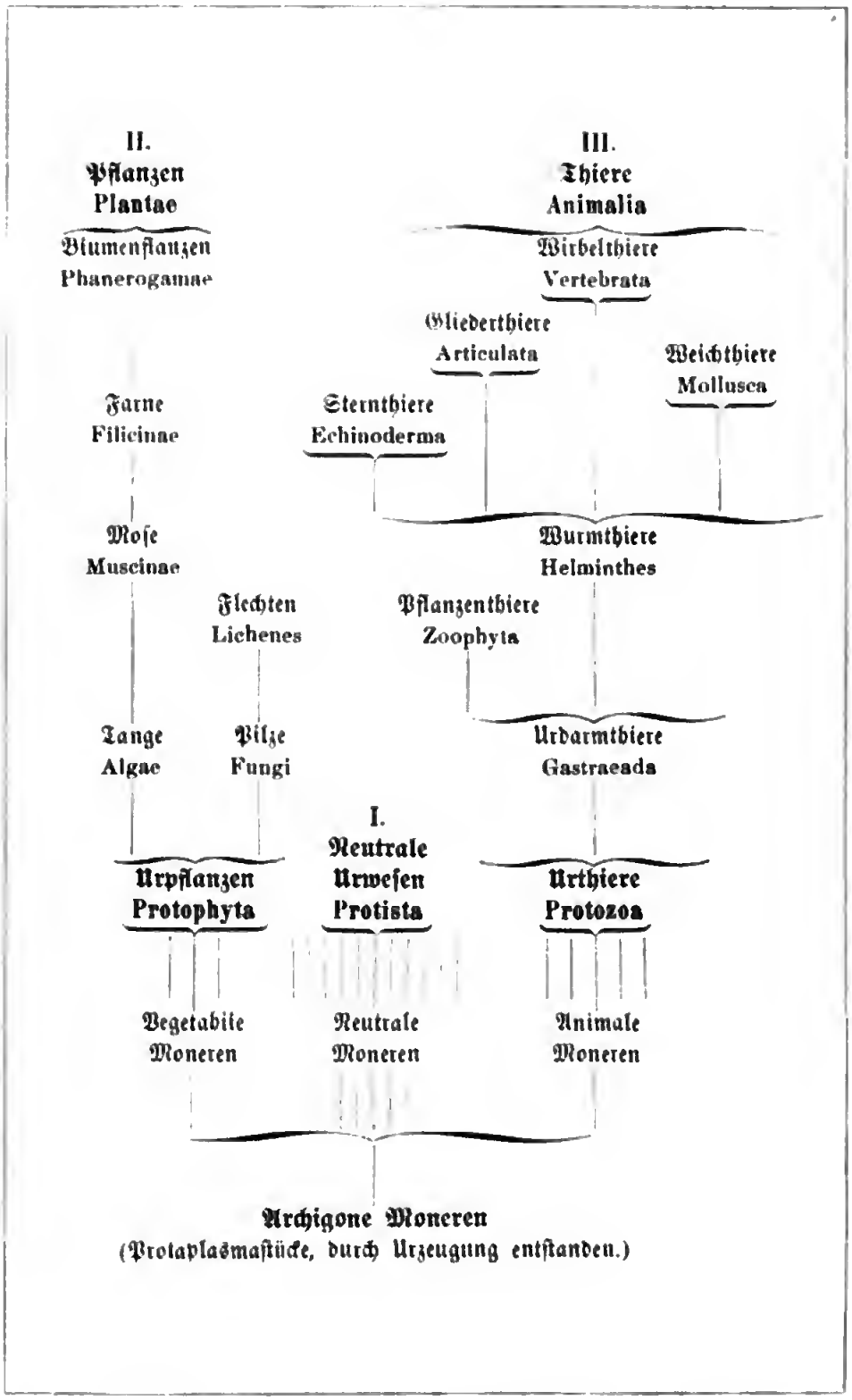
metriſche Grundform der Kryſtalle zu ihrer unvollkommenen realen Form verhält. Bei den meiſten Körpern und Körpertheilen von Thieren und Pflanzen iſt dieſe Grundform eine Pyramide, und zwar bei den ſogenannten „ſtrahlig-regulären" Formen eine reguläre Pyramide, bei den höher differenzirten, ſogenannten „bilateral-ſymmetriſchen" Formen eine irreguläre Pyramide. (Vergl. die Tabellen S. 556—558 im erſten Bande der gen. Morph.) Bei den Protiſten iſt dieſe Pyramidenform, welche im Thier- und Pflanzenreiche vorherrſcht, im Ganzen ſelten, und ſtatt deſſen iſt die Form entweder ganz unregelmäßig (amorph oder irregulär), oder es iſt die Grundform eine einfachere, reguläre, geometriſche Form; insbeſondere ſehr häufig die Kugel, der Cylinder, das Ellipſoid, das Sphäroid, der Doppelkegel, der Kegel, das reguläre Polyeder (Tetraeder, Hexaeder, Octaeder, Dodekaeder, Icoſaeder) u. ſ. w. Alle dieſe niederen Grundformen des promorphologiſchen Syſtems ſind bei den Protiſten vorherrſchend. Jedoch kommen daneben auch noch die höheren regulären und bilateralen Grundformen vor, welche im Thier- und Pflanzenreich vorwiegen. Auch in dieſer Hinſicht ſchließen ſich oft von nächſtverwandten Protiſten die einen (z. B. die Thalamophoren) mehr den Thieren, die anderen (z. B. die Radiolarien) mehr den Pflanzen an.

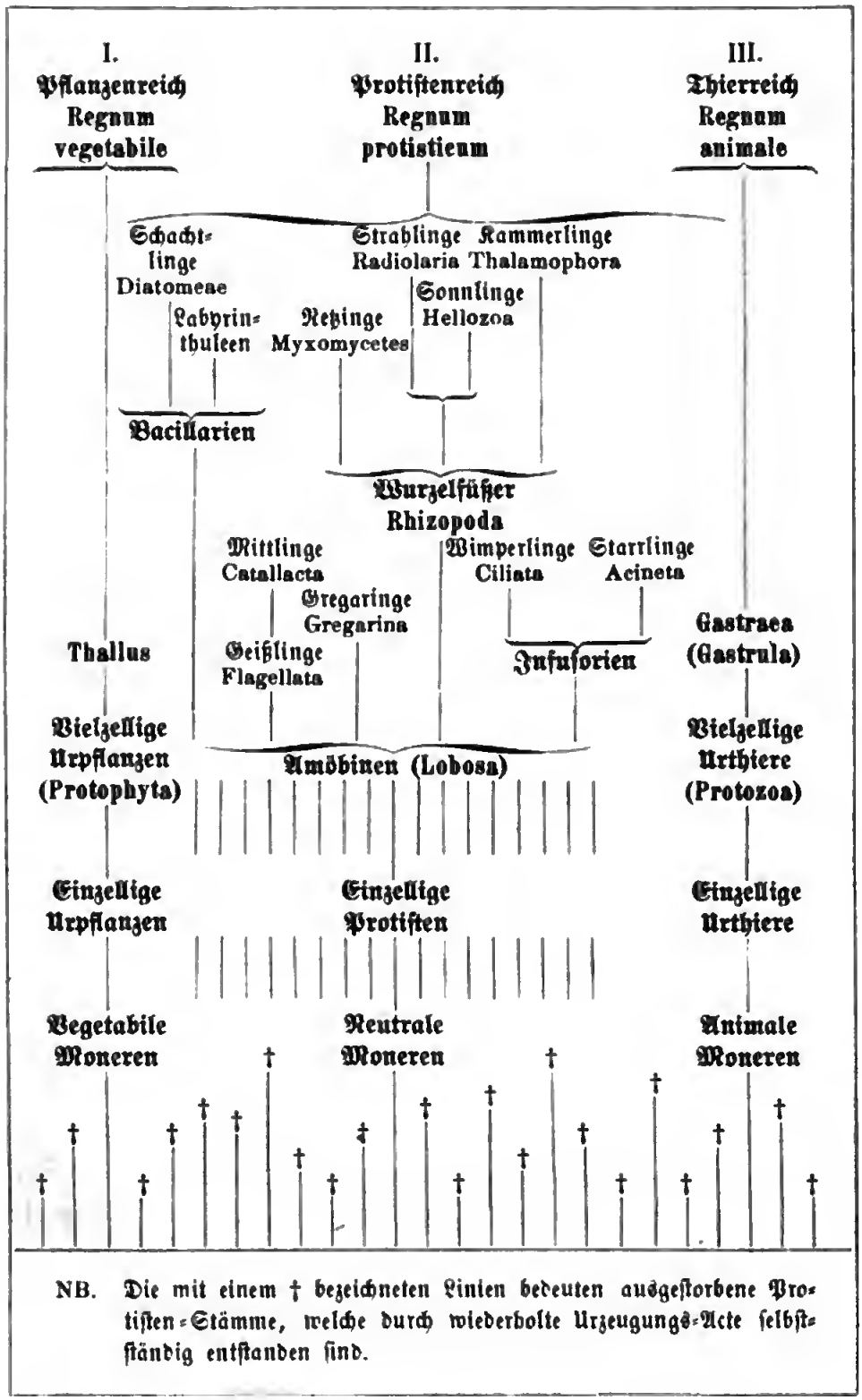
Was nun die paläontologiſche Entwickelung des Protiſtenreichs betrifft, ſo kann man darüber ſehr verſchiedene, aber immer nur höchſt unſichere genealogiſche Hypotheſen aufſtellen. Vielleicht ſind die einzelnen Claſſen deſſelben ſelbſtſtändige Stämme oder Phylen, die ſich ſowohl unabhängig von einander als von dem Thierreich und von dem Pflanzenreich entwickelt haben. Selbſt wenn wir die monophyletiſche Deſcendenzhypotheſe annehmen, und für alle Organismen ohne Ausnahme, die jemals auf der Erde gelebt haben und noch jetzt leben, die gemeinſame Abſtammung von einer einzigen Monerenform behaupten, ſelbſt in dieſem Falle iſt der Zuſammenhang der neutralen Protiſten einerſeits mit dem Pflanzenſtamm, andrerſeits mit dem Thierſtamm nur ſehr locker. Wir hätten ſie dann als niedere Wurzelſchößlinge anzuſehen, welche ſich unmittelbar aus

der Wurzel jenes zweistämmigen organischen Stammbaums entwickelt haben, oder vielleicht als tief unten abgehende Zweige eines gemeinsamen niederen Protistenstammes, welcher in der Mitte zwischen den beiden divergirenden hohen und mächtigen Stämmen des Thier- und Pflanzenreichs aufgeschossen ist. Die einzelnen Protistenclassen, mögen sie nun an ihrer Wurzel gruppenweise enger zusammenhängen oder nur ein lockeres Büschel von Wurzelschößlingen bilden, würden in diesem Falle weder mit den rechts nach dem Thierreiche, noch mit den links nach dem Pflanzenreiche einseitig abgehenden Organismengruppen Etwas zu thun haben (S. 400).

Nehmen wir dagegen die vielheitliche oder polyphyletische Descendenzhypothese an, so würden wir uns eine mehr oder minder große Anzahl von organischen Stämmen oder Phylen vorzustellen haben, welche alle neben einander und unabhängig aus dem gemeinsamen Boden der Urzeugung aufschießen (Vergl. S. 401). Es würden dann zahlreiche verschiedene Moneren durch Urzeugung entstanden sein, deren Unterschiede nur in geringen, für uns nicht erkennbaren Differenzen ihrer chemischen Zusammensetzung und in Folge dessen auch ihrer Entwickelungsfähigkeit beruhen. Eine geringe Anzahl von Moneren würde dem Pflanzenreich, und eben so andrerseits eine geringe Anzahl von Moneren dem Thierreich den Ursprung gegeben haben. Zwischen diesen beiden Gruppen aber würde sich, unabhängig davon, eine größere Anzahl von selbstständigen Stämmen entwickelt haben, die auf einer tieferen Organisationsstufe stehen blieben, und sich weder zu echten Pflanzen, noch zu echten Thieren entwickelten.

Eine sichere Entscheidung zwischen der monophyletischen und polyphyletischen Hypothese ist bei dem gegenwärtigen unvollkommenen Zustande unserer phylogenetischen Erkenntniß noch ganz unmöglich. Die verschiedenen Protistengruppen und die von ihnen kaum trennbaren niedersten Formen einerseits des Thierreichs, andrerseits des Pflanzenreichs, zeigen unter einander einen zu innigen Zusammenhang und eine zu bunte Mischung der maßgebenden Eigenthümlichkeiten.


II.
Pflanzen
Plantae
III.
Thiere
Animalia
Blumenpflanzen
Phanerogamae
Wirbelthiere
Vertebrata
Gliederthiere
Articulata
Weichthiere
Mollusca
Farne
Filicinae
Sternthiere
Echinoderma
Moſe
Muscinae
Wurmthiere
Helminthes
Flechten
Lichenes
Pflanzenthiere
Zoophyta
Tange
Algae
Pilze
Fungi
Urdarmthiere
Gastraeada
I.
Neutrale
Urweſen
Protista
Urpflanzen
Protophyta
Urthiere
Protozoa
Vegetabile
Moneren
Neutrale
Moneren
Animale
Moneren
Archigone Moneren
(Protoplasmaſtücke, durch Urzeugung entſtanden.)



NB. Die mit einem † bezeichneten Linien bedeuten ausgeſtorbene Protiſten-Stämme, welche durch wiederholte Urzeugungs-Acte ſelbſtſtändig entſtanden ſind.

Daher erſcheint gegenwärtig noch jede ſyſtematiſche Eintheilung und Anordnung der Formengruppen mehr oder weniger künſtlich und gezwungen, und auch der hier Ihnen vorgeführte Verſuch gilt nur als ein ganz proviſoriſcher. Je tiefer man jedoch in die genealogiſchen Geheimniſſe dieſes dunkeln Forſchungsgebietes eindringt, deſto mehr Wahrſcheinlichkeit gewinnt die Anſchauung, daß einerſeits das Pflanzenreich, anderſeits das Thierreich einheitlichen Urſprungs iſt, daß aber in der Mitte zwiſchen dieſen beiden großen Stammbäumen noch eine Anzahl von unabhängigen kleinen Organismengruppen durch vielfach wiederholte Urzeugungsacte entſtanden iſt, welche durch ihren indifferenten, neutralen Charakter und durch die Miſchung von thieriſchen und pflanzlichen Eigenſchaften auf die Bezeichnung von ſelbſtſtändigen Protiſten Anſpruch machen können.

Wenn wir alſo auch einen ganz ſelbſtſtändigen Stamm für das Pflanzenreich, einen zweiten für das Thierreich annehmen, würden wir zwiſchen beiden doch eine Anzahl von ſelbſtſtändigen Protiſtenſtämmen aufſtellen können, deren jeder ganz unabhängig von jenen aus einer eigenen archigonen Monerenform ſich entwickelt hat. Um ſich dieſes Verhältniß zu veranſchaulichen, kann man ſich die ganze Organismenwelt als eine ungeheure Wieſe vorſtellen, welche größtentheils verdorrt iſt, und auf welcher zwei vielverzweigte mächtige Bäume ſtehen, die ebenfalls größtentheils abgeſtorben ſind. Dieſe letzteren mögen das Thierreich und das Pflanzenreich vorſtellen, ihre friſchen noch grünenden Zweige die lebenden Thiere und Pflanzen, die verdorrten Zweige mit welkem Laube dagegen die ausgeſtorbenen Gruppen. Das dürre Gras der Wieſe entſpricht den wahrſcheinlich zahlreichen, ausgeſtorbenen Stämmen, die wenigen noch grünen Halme dagegen den jetzt noch lebenden Phylen des Protiſtenreichs. Den gemeinſamen Boden der Wieſe aber, aus dem alle hervorgeſproßt ſind, bildet der Urſchleim oder das Plaſſon.

Siebenzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Pflanzenreichs.

Das natürliche Syſtem des Pflanzenreichs. Eintheilung des Pflanzenreichs in ſechs Hauptclaſſen und achtzehn Claſſen. Unterreich der Blumenloſen (Cryptogamen). Stammgruppe der Thalluspflanzen. Tange oder Algen (Urtange, Grüntange, Brauntange, Rothtange, Mostange). Fadenpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze) Stammgruppe der Prothalluspflanzen. Moſe oder Muscinen (Lebermoſe, Laubmoſe). Farne oder Filicinen (Laubfarne, Schaftfarne, Waſſerfarne, Schuppenfarne). Unterreich der Blumenpflanzen (Phanerogamen). Nacktſamige oder Gymnoſpermen. Palmfarne (Cycadeen). Nadelhölzer (Coniferen). Meningos (Gnetaceen). Deckſamige oder Angioſpermen. Monocotylen. Dicotylen. Kelchblüthige (Apetalen). Sternblüthige (Aſtropetalen). Glockenblüthige (Gamopetalen).

Meine Herren! Jeder Verſuch, den wir zur Erkenntniß des Stammbaums irgend einer kleineren oder größeren Gruppe von blutsverwandten Organismen unternehmen, hat ſich zunächſt an das beſtehende „natürliche Syſtem“ dieſer Gruppe anzulehnen. Denn obgleich das natürliche Syſtem der Thiere, Protiſten und Pflanzen niemals endgültig feſtgeſtellt werden, vielmehr immer nur einen mehr oder weniger annähernden Grad von Erkenntniß der wahren Stammverwandtſchaft erreichen wird, ſo wird es nichtsdeſtoweniger jederzeit die hohe Bedeutung eines hypothetiſchen Stammbaums behalten. Allerdings wollen die meiſten Zoologen, Protiſtiker und Botaniker durch ihr „natürliches Syſtem“ nur im Lapidarſtyl die ſubjectiven Anſchauungen ausdrücken, die ein jeder von ihnen von der objectiven

„Formverwandtſchaft“ der Organismen beſitzt. Allein die wahre Formverwandtſchaft iſt ja im Grunde, wie Sie geſehen haben, nur die nothwendige Folge der wahren „Stammverwandtſchaft“. Daher wird jeder Morphologe, welcher unſere Erkenntniß des natürlichen Syſtems fördert, gleichzeitig, er mag wollen oder nicht, auch unſere Erkenntniß des Stammbaumes fördern. Je mehr das natürliche Syſtem ſeinen Namen wirklich verdient, je feſter es ſich auf die übereinſtimmenden Reſultate der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie gründet, deſto ſicherer dürfen wir daſſelbe als den annähernden Ausdruck des wahren Stammbaums betrachten.

Indem wir uns nun zu unſerer heutigen Aufgabe die Stammesgeſchichte des Pflanzenreichs ſtecken, werden wir, jenem Grundſatze gemäß, zunächſt einen Blick auf das natürliche Syſtem des Pflanzenreichs zu werfen haben, wie daſſelbe heutzutage von den meiſten Botanikern mit mehr oder minder unbedeutenden Abänderungen angenommen wird. Danach zerfällt zunächſt die ganze Maſſe aller Pflanzenformen in zwei Hauptgruppen. Dieſe oberſten Hauptabtheilungen oder Unterreiche ſind noch dieſelben, welche bereits vor mehr als einem Jahrhundert Carl Linné, der Begründer der ſyſtematiſchen Naturgeſchichte, unterſchied, und welche er Cryptogamen oder Geheimblühende und Phanerogamen oder Offenblühende nannte. Die letzteren theilte Linné in ſeinem künſtlichen Pflanzenſyſtem nach der verſchiedenen Zahl, Bildung und Verbindung der Staubgefäße, ſowie nach der Vertheilung der Geſchlechtsorgane, in 23 verſchiedene Claſſen, und dieſen fügte er dann als 24ſte und letzte Claſſe die Cryptogamen an.

Die Cryptogamen, die geheimblühenden oder blumenloſen Pflanzen, welche früherhin nur wenig beobachtet wurden, haben durch die eingehenden Forſchungen der Neuzeit eine ſo große Mannichfaltigkeit der Formen und eine ſo tiefe Verſchiedenheit im gröberen und feineren Bau offenbart, daß wir unter denſelben nicht weniger als dreizehn verſchiedene Claſſen unterſcheiden müſſen, während wir die Zahl der Claſſen unter den Blüthenpflanzen oder Phanero-

men auf fünf beſchränken können. Dieſe achtzehn Claſſen des Pflanzenreichs aber gruppiren ſich naturgemäß wiederum dergeſtalt, daß wir im Ganzen ſechs Hauptclaſſen (oder Kladen, d. h. Aeſte) des Pflanzenreichs unterſcheiden können. Zwei von dieſen ſechs Hauptclaſſen fallen auf die Blüthenpflanzen, vier dagegen auf die Blüthenloſen. Wie ſich jene 18 Claſſen auf dieſe ſechs Hauptclaſſen, und die letzteren auf die Hauptabtheilungen des Pflanzenreichs vertheilen, zeigt die nachſtehende Tabelle (S. 408).

Das Unterreich der Cryptogamen oder Blumenloſen kann man zunächſt naturgemäß in zwei Hauptabtheilungen oder Stammgruppen zerlegen, welche ſich in ihrem inneren Bau und in ihrer äußeren Form ſehr weſentlich unterſcheiden, nämlich die Thalluspflanzen und die Prothalluspflanzen. Die Stammgruppe der Thalluspflanzen umfaßt die beiden großen Hauptclaſſen der Tange oder Algen, welche im Waſſer leben, und der Fadner, Fadenpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze), welche außerhalb des Waſſers, auf der Erde, auf Steinen, Baumrinden, auf verweſenden organiſchen Körpern u. ſ. w. wachſen. Die Stammgruppe der Prothalluspflanzen dagegen enthält die beiden formenreichen Hauptclaſſen der Moſe und Farne.

Alle Thalluspflanzen oder Thallophyten ſind ſofort daran zu erkennen, daß man an ihrem Körper die beiden morphologiſchen Grundorgane der übrigen Pflanzen, Stengel und Blätter, noch nicht unterſcheiden kann. Vielmehr iſt der ganze Leib aller Tange und aller Fadenpflanzen eine aus einfachen Zellen zuſammengeſetzte Maſſe, welche man als Laubkörper oder Thallus bezeichnet. Dieſer Thallus iſt noch nicht in Axorgane (Stengel und Wurzel) und Blattorgane differenzirt. Hierdurch, ſowie durch viele andere Eigenthümlichkeiten, ſtellen ſich die Thallophyten allen übrigen Pflanzen, nämlich den beiden Hauptgruppen der Prothalluspflanzen und der Blüthenpflanzen, gegenüber und man hat deshalb auch häufig die letzteren beiden als Stockpflanzen oder Cormophyten zuſammengefaßt. Das Verhältniß dieſer drei Stammgruppen zu einan-

der, entsprechend jenen beiden verschiedenen Auffassungen, macht Ihnen nachstehende Uebersicht deutlich:

I. Blumenlose (Cryptogamae).	A. Thallospflanzen (Thallophyta).	I. Thallospflanzen (Thallophyta)
	B. Prothallospflanzen (Prothallota).	II. Stockpflanzen (Cormophyta).
II. Blumenpflanzen (Phanerogamae).	C. Blumenpflanzen (Phanerogamae).	

Die Stockpflanzen oder Cormophyten, in deren Organisation bereits der Unterschied von Axorganen (Stengel und Wurzel) und Blattorganen entwickelt ist, bilden gegenwärtig und schon seit sehr langer Zeit die Hauptmasse der Pflanzenwelt. Allein so war es nicht immer. Vielmehr fehlten die Stockpflanzen, und zwar nicht allein die Blumenpflanzen, sondern auch die Prothallospflanzen, noch gänzlich während jenes unermeßlich langen Zeitraums, welcher als das archolithische oder primordiale Zeitalter den Beginn und den ersten Hauptabschnitt der organischen Erdgeschichte bildet. Sie erinnern sich, daß während dieses Zeitraums sich die laurentischen, cambrischen und silurischen Schichtensysteme ablagerten, deren Dicke zusammengenommen ungefähr 70,000 Fuß beträgt. Da nun die Dicke aller darüber liegenden jüngeren Schichten, von den devonischen bis zu den Ablagerungen der Gegenwart, zusammen nur ungefähr 60,000 Fuß erreicht, so konnten wir hieraus schon den auch aus anderen Gründen wahrscheinlichen Schluß ziehen, daß jenes archolithische oder primordiale Zeitalter eine längere Dauer besaß, als die ganze darauf folgende Zeit bis zur Gegenwart. Während dieses ganzen unermeßlichen Zeitraums, der vielleicht viele Millionen von Jahrhunderten umschloß, scheint das Pflanzenleben auf unserer Erde ausschließlich durch die Stammgruppe der Thallospflanzen, und zwar nur durch die Hauptclasse der wasserbewohnenden Thallospflanzen, durch die Tange oder Algen, vertreten gewesen zu sein. Wenigstens gehören alle versteinerten Pflanzenreste, welche wir mit Sicherheit aus der Primordialzeit kennen, ausschließlich dieser Hauptclasse an. Da auch

alle Thierreſte dieſes ungeheuren Zeitraums nur waſſerbewohnenden Thieren angehören, ſo ſchließen wir daraus, daß landbewohnende Organismen damals noch gar nicht exiſtirten.

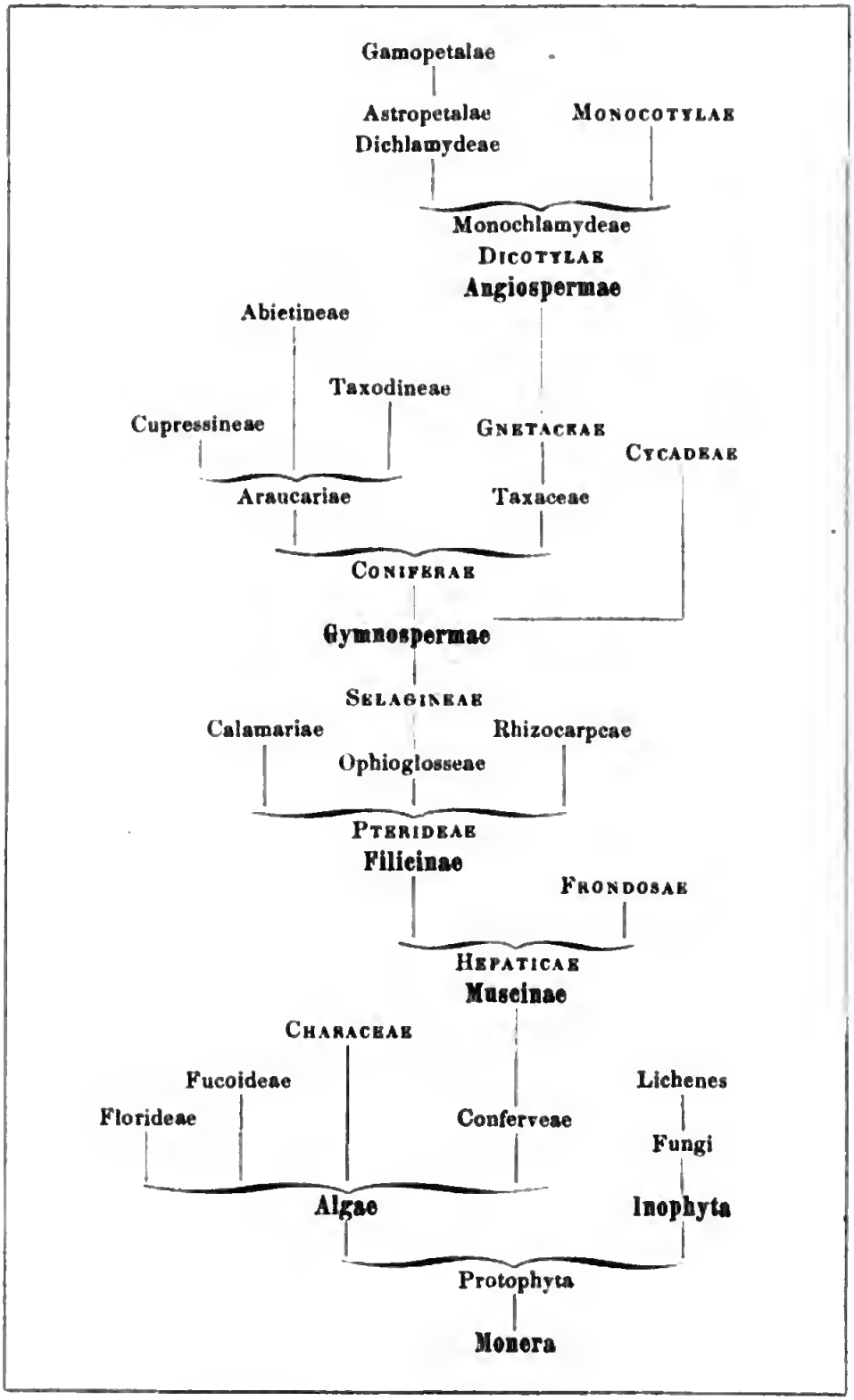
Schon aus dieſen Gründen muß die erſte und unvollkommenſte Hauptclaſſe des Pflanzenreichs, die Abtheilung der Tange oder Algen, für uns von ganz beſonderer Bedeutung ſein. Dazu kommt noch das hohe Intereſſe, welches uns dieſe Hauptclaſſe, auch an ſich betrachtet, gewährt. Trotz ihrer höchſt einfachen Zuſammenſetzung aus gleichartigen oder nur wenig differenzirten Zellen zeigen die Tange dennoch eine außerordentliche Mannichfaltigkeit verſchiedener Formen. Einerſeits gehören dazu die einfachſten und unvollkommenſten aller Gewächſe, andrerſeits ſehr entwickelte und eigenthümliche Geſtalten. Ebenſo wie in der Vollkommenheit und Mannichfaltigkeit ihrer äußeren Formbildung unterſcheiden ſich die verſchiedenen Algengruppen auch in der Körpergröße. Auf der tiefſten Stufe finden wir die winzig kleinen Protococcus-Arten, von denen mehrere Hunderttauſend auf den Raum eines Stecknadelknopfs gehen. Auf der höchſten Stufe bewundern wir in den rieſenmäßigen Makrocyſten, welche eine Länge von 300—400 Fuß erreichen, die höchſten von allen Geſtalten des Pflanzenreichs. Vielleicht iſt auch ein großer Theil der Steinkohlen aus Tangen entſtanden. Und wenn nicht aus dieſen Gründen, ſo müßten die Algen ſchon deshalb unſere beſondere Aufmerkſamkeit erregen, weil ſie die Anfänge des Pflanzenlebens bilden und die älteſten Stammformen aller übrigen Pflanzengruppen enthalten.

Die meiſten Bewohner des Binnenlandes können ſich nur eine ſehr unvollkommene Vorſtellung von dieſer höchſt intereſſanten Hauptclaſſe des Pflanzenreichs machen, weil ſie davon nur die verhältnißmäßig kleinen und einfachen Vertreter kennen, welche das ſüße Waſſer bewohnen. Die ſchleimigen grünen Waſſerfäden und Waſſerflocken in unſeren Teichen und Brunnentrogen, die hellgrünen Schleimüberzüge auf allerlei Holzwerk, welches längere Zeit mit Waſſer in Berührung war, die gelbgrünen ſchaumigen Schleimdecken auf den Tümpeln unſerer Dörfer, die grünen Haarbüſcheln gleichenden Faden-

Syſtematiſche Ueberſicht

der ſechs Hauptclaſſen und achtzehn Claſſen des Pflanzenreichs.

Stammgruppen oder Unterreiche des Pflanzenreichs	Hauptclaſſen oder Kladen des Pflanzenreichs	Claſſen des Pflanzenreichs	Syſtematiſcher Name der Claſſen
A. Thallus-Pflanzen Thallophyta	I. Tange *Algae*	1. Urpflanzen	1. Protophyta
		2. Grüntange	2. Conferveae
		3. Brauntange	3. Fucoideae
		4. Rothtange	4. Florideae
		5. Mostange	5. Characeae
	II. Fadner *Inophyta*	6. Pilze	6. Fungi
		7. Flechten	7. Lichenes
B. Prothallus-Pflanzen Prothallota	III. Moſe *Muscinae*	8. Lebermoſe	8. Hepaticae *(Thallobrya)*
		9. Laubmoſe	9. Frondosae *(Phyllobrya)*
	IV. Farne *Filicinae*	10. Laubfarne	10. Pterideae *(Filices)*
		11. Waſſerfarne	11. Rhizocarpeae *(Hydropterides)*
		12. Schaftfarne	12. Calamariae *(Calamophyta)*
		13. Schuppenfarne	13. Selagineae *(Lepidophyta)*
C. Blumen-Pflanzen Phanerogamae	V. Nacktſamige *Gymnospermae*	14. Farnpalmen	14. Cycadeae
		15. Nadelhölzer	15. Coniferae
		16. Meningos	16. Gnetaceae
	VI. Deckſamige *Angiospermae*	17. Einkeimblättrige	17. Monocotylae
		18. Zweikeimblättrige	18. Dicotylae


Gamopetalae
Astropetalae
Dichlamydeae
Monocotylae
Monochlamydeae
Dicotylae
Angiospermae
Abietineae
Taxodineae
Cupressineae
Gnetaceae
Cycadeae
Araucariae
Taxaceae
Coniferae
Gymnospermae
Selagineae
Calamariae
Rhizocarpeae
Ophioglosseae
Pterideae
Filicinae
Frondosae
Hepaticae
Muscinae
Characeae
Fucoideae
Lichenes
Floridеae
Confervеae
Fungi
Algae
Inophyta
Protophyta
Monera

maſſen, welche überall im ſtehenden und fließenden Süßwaſſer vorkommen, ſind größtentheils aus verſchiedenen Tangarten zuſammengeſetzt. Aber nur Diejenigen, welche die Meeresküſte beſucht haben, welche an den Küſten von Helgoland und von Schleswig-Holſtein die ungeheuren Maſſen ausgeworfenen Seetangs bewundert, oder an den Felſenufern des Mittelmeeres die zierlich geſtaltete und lebhaft gefärbte Tangvegetation auf dem Meeresboden ſelbſt durch die klare blaue Fluth hindurch erblickt haben, wiſſen die Bedeutung der Tangclaſſe annähernd zu würdigen. Und dennoch geben ſelbſt dieſe formenreichen untermeeriſchen Algenwälder der europäiſchen Küſten nur eine ſchwache Vorſtellung von den koloſſalen Sargaſſowäldern des atlantiſchen Oceans, jenen ungeheuren Tangbänken, welche einen Flächenraum von ungefähr 40,000 Quadratmeilen bedecken, und welche dem Columbus auf ſeiner Entdeckungsreiſe die Nähe des Feſtlandes vorſpiegelten. Aehnliche, aber weit ausgedehntere Tangwälder wuchſen in dem primordialen Urmeere wahrſcheinlich in dichten Maſſen, und wie zahlloſe Generationen dieſer archolithiſchen Tange über einander hinſtarben, bezeugen unter Anderen die mächtigen ſiluriſchen Alaunſchiefer Schwedens, deren eigenthümliche Zuſammenſetzung weſentlich von jenen untermeeriſchen Algenmaſſen herrührt. Nach der neueren Anſicht des Bonner Geologen Friedrich Mohr iſt ſogar der größte Theil der Steinkohlenflötze aus den zuſammengehäuften Pflanzenleichen der Tangwälder im Meere entſtanden.

Wir unterſcheiden in der Hauptclaſſe der Tange oder Algen fünf verſchiedene Claſſen, nämlich: 1. Urtange oder Protophyten, 2. Grüntange oder Conferveen, 3. Brauntange oder Fucoideen, 4. Rothtange oder Florideen und 5. Mostange oder Characeen.

Die erſte Claſſe der Tange, die Urtange (Archephyceae), können auch Urpflanzen (Protophyta) genannt werden, weil dieſelben die einfachſten und unvollkommenſten von allen Pflanzen enthalten, und insbeſondere jene älteſten aller pflanzlichen Organismen, welche allen übrigen Pflanzen den Urſprung gegeben haben. Es gehören hierher alſo zunächſt jene allerälteſten vegetabiliſchen Moneren, welche

im Beginne der laurentiſchen Periode durch Urzeugung entſtanden ſind. Ferner müſſen wir dahin alle jene Pflanzenformen von einfachſter Organiſation rechnen, welche aus jenen ſich zunächſt in laurentiſcher Zeit entwickelt haben, und welche den Formwerth einer einzigen Plaſtide beſaßen. Zunächſt waren dies ſolche Urpflänzchen, deren ganzer Körper eine einfache Cytode (eine kernloſe Plaſtide) bildete, und weiterhin ſolche, die bereits durch Sonderung von Kern und Protoplasma den höheren Formwerth einer einfachen Zelle erreicht hatten (vergl. oben S. 308). Noch in der Gegenwart leben verſchiedene einfachſte Tangformen, welche von dieſen urſprünglichen Urpflanzen ſich nur wenig entfernt haben. Dahin gehören die Tangfamilien der Codiolaceen, Protococcaceen, Desmidiaceen, Palmellaceen) Hydrodictyeen, und noch manche Andere. Auch die merkwürdige Gruppe der Phycochromaceen (Chroococcaceen und Oscillarineen) würde hierher zu ziehen ſein, falls man dieſe nicht lieber als einen ſelbſtſtändigen Stamm des Protiſtenreichs anſehen will (vergl. S. 376).

Die monoplaſtiden Protophyten, d. h. die aus einer einzigen Plaſtide beſtehenden Urtange, ſind vom größten Intereſſe, weil hier der pflanzliche Organismus ſeinen ganzen Lebenslauf als ein einfachſtes „Individuum erſter Ordnung" vollendet, entweder als kernloſe Cytode, oder als kernhaltige Zelle. Vorzüglich die Unterſuchungen von Alexander Braun und von Carl Nägeli, zwei um die Entwickelungs-Theorie ſehr verdienten Botanikern, haben uns näher mit denſelben bekannt gemacht. Zu den monocytoden Urpflanzen gehören die höchſt merkwürdigen Schlauchalgen oder Siphoneen, deren anſehnlicher Körper in wunderbarer Weiſe die Formen mancher höheren Pflanzen nachahmt. Einige von dieſen Siphoneen erreichen eine Größe von mehreren Fußen und gleichen einem zierlichen Moſe (Bryopsis) oder einem Bärlappe oder gar einer vollkommenen Blüthenpflanze mit Stengel, Wurzeln und Blättern (Caulerpa, Fig. 17). Und dennoch beſteht dieſer ganze große und vielfach äußerlich differenzirte Körper innerlich aus einem ganz einfachen Schlauche, der nur den Formwerth einer einzigen Cytode beſitzt.

Fig. 17. Caulerpa denticulata, eine monoplaſtide Siphonee in natürlicher Größe. Die ganze verzweigte Urpflanze, welche aus einem kriechenden Stengel mit Wurzelfaſer-Büſcheln und gezähnten Laubblättern zu beſtehen ſcheint, iſt in Wirklichkeit nur eine einzige Plaſtide, und zwar eine (kernloſe) Cytode, noch nicht einmal von dem Formwerth einer (kernhaltigen) Zelle.

Dieſe wunderbaren Siphoneen, Vaucherien und Caulerpen zeigen uns, wie weit es die einzelne Cytode als ein einfachſtes Individuum erſter Ordnung durch fortgeſetzte Anpaſſung an die Verhältniſſe der Außenwelt bringen kann. Auch die einzelligen Urpflanzen, welche ſich durch den Beſitz eines Kernes von den monocytoden unterſcheiden, bilden durch vielſeitige Anpaſſung eine große Mannichfaltigkeit von zierlichen Formen, beſonders die reizenden Desmidiaceen, von denen als Beiſpiel in Fig. 18 eine Art von Euaſtrum abgebildet iſt. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß ähnliche Urpflanzen, deren weicher Körper aber nicht der foſſilen Erhaltung fähig war, in großer Maſſe und Mannichfaltigkeit einſt das laurentiſche Urmeer bevölkerten und

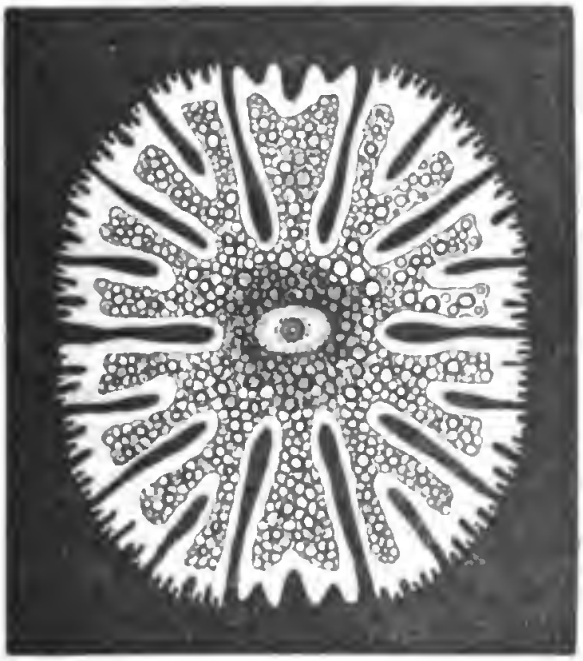


Fig. 18. Euastrum rota, eine einzellige Desmidiacee, ſtark vergrößert. Der ganze zierliche ſternförmige Körper der Urpflanze hat den Formwerth einer einzigen Zelle. In der Mitte derſelben liegt der Kern nebſt Kernkörperchen.

einen großen Formenreichthum entfalteten, ohne doch die Individualitätsſtufe einer einfachen Plaſtide zu überſchreiten. Uebrigens wird vielleicht das Pflanzenſyſtem der Zukunft dieſe einzelligen „Urpflanzen" ſpäter in das Protiſteureich ſtellen, was allerdings logiſch richtiger ſein würde.

An die Urpflanzen oder Urtange ſchließt ſich als zweite Claſſe der Algen zunächſt die Gruppe der Grüntange oder Grünalgen an (Conferveae oder Chlorophyceae). Gleich der Mehrzahl der erſteren ſind auch ſämmtliche Grüntange grün gefärbt, und zwar durch denſelben Farbſtoff, das Blattgrün oder Chlorophyll, welches auch die Blätter aller höheren Gewächſe grün färbt. Zu dieſer Claſſe gehören außer einer großen Anzahl von niederen Seetangen die allermeiſten Tange des ſüßen Waſſers, die gemeinen Waſſerfäden oder Conferven, die grünen Schleimkugeln oder Glöoſphären, der hellgrüne Waſſerſalat oder die Ulven, welche einem ſehr dünnen und langen Salatblatte gleichen, ferner zahlreiche mikroſkopiſch kleine Tange, welche in dichter Maſſe zuſammengehäuft einen hellgrünen ſchleimigen Ueberzug über allerlei im Waſſer liegende Gegenſtände, Holz, Steine u. ſ. w. bilden, ſich aber durch die Zuſammenſetzung und Differenzirung ihres Körpers bereits über die einfachen Urtange erheben. Da die Grüntange, gleich den Urtangen, meiſtens einen ſehr weichen Körper beſitzen, waren ſie nur ſehr ſelten der Verſtei-

Digitized by Google

nerung fähig. Wahrſcheinlich hat aber auch dieſe Algenclaſſe (gleich der vorigen, aus der ſie ſich zunächſt entwickelte), bereits während der laurentiſchen Zeit die ſüßen und ſalzigen Gewäſſer der Erde in der größten Ausdehnung und Mannichfaltigkeit bevölkert.

In der dritten Claſſe, derjenigen der Brauntange oder Schwarztange (Fucoideae oder Phaeophyceae), erreicht die Hauptclaſſe der Algen ihren höchſten Entwickelungsgrad, wenigſtens in Bezug auf die körperliche Größe. Die charakteriſtiſche Farbe der Fucoideen iſt meiſt ein mehr oder minder dunkles Braun, bald mehr in Olivengrün und Gelbgrün, bald mehr in Braunroth und Schwarz übergehend. Hierher gehören die größten aller Tange, welche zugleich die längſten von allen Pflanzen ſind, die koloſſalen Rieſentange, unter denen Macrocystis pyrifera an der californiſchen Küſte eine Länge von 400 Fuß erreicht. Aber auch unter unſeren einheimiſchen Tangen gehören die anſehnlichſten Formen zu dieſer Gruppe, ſo namentlich der ſtattliche Zuckertang (Laminaria), deſſen ſchleimige olivengrüne Thalluskörper, rieſigen Blättern von 10—15 Fuß Länge, ½—1 Fuß Breite gleichend, in großen Maſſen an der Küſte der Nord- und Oſtſee ausgeworfen werden. Auch der in unſeren Meeren gemeine Blaſentang (Fucus vesiculosus), deſſen mehrfach gabelförmig geſpaltenes Laub durch viele eingeſchloſſene Luftblaſen (wie bei vielen anderen Brauntangen) auf dem Waſſer ſchwimmend erhalten wird, gehört zu dieſer Claſſe; ebenſo der freiſchwimmende Sargaſſotang (Sargassum bacciferum), welcher die ſchwimmenden Wieſen oder Bänke des Sargaſſomeeres bildet. Obwohl jedes Individuum von dieſen großen Tangbäumen aus vielen Millionen von Zellen zuſammengeſetzt iſt, beſteht es dennoch im Beginne ſeiner Exiſtenz, gleich allen höheren Pflanzen, aus einer einzigen Zelle, einem einfachen Ei. Dieſes Ei iſt z. B. bei unſerm gemeinen Blaſentang eine nackte, hüllenloſe Zelle, und iſt als ſolche den nackten Eiern niederer Seethiere, z. B. der Meduſen, zum Verwechſeln ähnlich (Fig. 19). Fucoideen oder Brauntange ſind es wahrſcheinlich zum größten Theile geweſen, welche während der Primordialzeit die charakteriſtiſchen Tangwälder dieſes end-

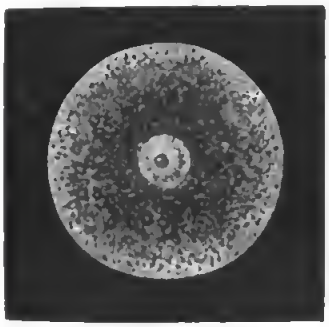


Fig. 19. Das Ei des gemeinen Blaſentang (Fucus vesiculosus), eine einfache nackte Zelle, ſtark vergrößert. In der Mitte der nackten Protoplasma-Kugel ſchimmert der helle Kern hindurch.

loſen Zeitraums zuſammengeſetzt haben. Die verſteinerten Reſte, welche uns von denſelben (vorzüglich aus der ſiluriſchen Zeit) erhalten ſind, können uns allerdings nur eine ſchwache Vorſtellung davon geben, weil die Formen dieſer Tange, gleich den meiſten anderen, ſich nur ſchlecht zur Erhaltung im foſſilen Zuſtande eignen. Jedoch iſt vielleicht, wie ſchon bemerkt, ein großer Theil der Steinkohle aus denſelben zuſammengeſetzt.

Weniger bedeutend iſt die vierte Claſſe der Tange, diejenige der Roſentange oder Rothtange (Floridеae oder Rhodophyceae). Zwar entfaltet auch dieſe Claſſe einen großen Reichthum verſchiedener Formen. Allein die meiſten derſelben ſind von viel geringerer Größe als die Brauntange. Uebrigens ſtehen ſie den letzteren an Vollkommenheit und Differenzirung der äußeren Form keineswegs nach, übertreffen dieſelben vielmehr in mancher Beziehung. Hierher gehören die ſchönſten und zierlichſten aller Tange, welche ſowohl durch die feine Fiederung und Zertheilung ihres Laubkörpers, wie durch reine und zarte rothe Färbung zu den reizendſten Pflanzen gehören. Die charakteriſtiſche rothe Farbe iſt bald ein tiefes Purpur-, bald ein brennendes Scharlach-, bald ein zartes Roſenroth, und geht einerſeits in violette und purpurblaue, andererſeits in braune und grüne Tinten in bewunderungswürdiger Pracht über. Wer einmal eines unſerer nordiſchen Seebäder beſucht hat, wird gewiß ſchon mit Staunen die reizenden Formen dieſer Floridеen betrachtet haben, welche auf weißem Papier, zierlich angetrocknet, vielfach zum Verkaufe geboten werden. Die meiſten Rothtange ſind leider ſo zart, daß ſie gar nicht der Verſteinerung fähig ſind, ſo die prachtvollen Ptiloten, Plocamien, Deleſſerien u. ſ. w. Doch giebt es einzelne Formen, wie die Chondrien und Sphärococcen, welche einen härteren, oft faſt knorpelharten

Thallus beſitzen, und von dieſen ſind uns auch manche verſteinerte Reſte, namentlich aus den ſiluriſchen, devoniſchen und Kohlenſchichten, ſpäter beſonders aus dem Jura, erhalten worden. Wahrſcheinlich nahm auch dieſe Claſſe an der Zuſammenſetzung der archolithiſchen Tangflora weſentlichen Antheil.

Die fünfte und letzte Claſſe unter den Algen bilden die Mostange (Characeae). Hierher gehören die tangartigen Armleuchterpflanzen (Chara) und Glanzmoſe (Nitella), welche mit ihren grünen, fadenförmigen, quirlartig von gabelſpaltigen Aeſten umſtellten Stengeln in unſeren Teichen und Tümpeln oft dichte Bänke bilden. Einerſeits nähern ſich die Characeen im anatomiſchen Bau, beſonders der Fortpflanzungsorgane, den Moſen und werden dieſen neuerdings unmittelbar angereiht. Andrerſeits ſtehen ſie durch viele Eigenſchaften tief unter den echten Moſen und ſchließen ſich vielmehr den Grüntangen oder Conferveen an. Man könnte ſie daher wohl als übrig gebliebene und eigenthümlich ausgebildete Abkömmlinge von jenen Grüntangen betrachten, aus denen ſich die wahren Moſe entwickelt haben. Durch manche Eigenthümlichkeiten ſind übrigens die Characeen ſo ſehr von allen übrigen Pflanzen verſchieden, daß viele Botaniker ſie als eine beſondere Hauptabtheilung des Pflanzenreichs betrachten.

Was die Verwandtſchaftsverhältniſſe der verſchiedenen Tangclaſſen zu einander und zu den übrigen Pflanzen betrifft, ſo bilden höchſt wahrſcheinlich, wie ſchon bemerkt, die Urtange oder Archephyceen die gemeinſame Wurzel des Stammbaums, nicht allein für die verſchiedenen Tangclaſſen, ſondern für das ganze Pflanzenreich. Deshalb können ſie auch mit Recht als Urpflanzen oder Protophyten bezeichnet werden. Aus den nackten vegetabiliſchen Moneren, welche ſich im erſten Beginn der laurentiſchen Periode entwickelten, werden zunächſt Hüllcytoden entſtanden ſein (S. 308), indem der nackte, ſtructurloſe Eiweißleib der Moneren ſich an der Oberfläche kruſtenartig verdichtete oder eine Hülle ausſchwitzte. Späterhin werden dann aus dieſen Hüllcytoden echte Pflanzenzellen geworden ſein, indem im Innern ſich ein Kern oder Nucleus von dem umgebenden Zellſtoff oder Plasma

ſonderte. Die drei Claſſen der Grüntange, Brauntange und Rothtange, ſind vielleicht drei geſonderte Stämme, welche unabhängig von einander aus der gemeinſamen Wurzelgruppe der Urtange entſtanden ſind und ſich dann (ein jeder in ſeiner Art) weiter entwickelt und vielfach in Ordnungen und Familien verzweigt haben. Die Brauntange und Rothtange haben keine nähere Blutsverwandtſchaft zu den übrigen Claſſen des Pflanzenreichs. Dieſe letzteren ſind vielmehr aus den Urtangen entſtanden, und zwar entweder direct oder durch Vermittlung der Grüntange. Wahrſcheinlich ſind einerſeits die Moſe (aus welchen ſpäter die Farne ſich entwickelten) aus einer Gruppe der Grüntange, andrerſeits die Pilze und Flechten aus einer Gruppe der Urtange hervorgegangen. Die Phanerogamen haben ſich jedenfalls erſt viel ſpäter aus den Farnen entwickelt.

Als zweite Hauptclaſſe des Pflanzenreichs haben wir oben die Fadner oder Fadenpflanzen (Inophyta) angeführt. Wir verſtehen darunter die beiden naheverwandten Claſſen der Flechten und Pilze. Das ſind ſehr merkwürdige Organismen, die urſprünglich eigentlich nicht in das Pflanzenreich gehören. Die Pilze, welche die Hauptmaſſe und Stammgruppe der Fadenpflanzen bilden, ſind vielmehr logiſcher Weiſe eigentlich in das Protiſtenreich zu ſtellen. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß viele niedere Pilze (wie z. B. manche Gährungspilze, Mikrococcus-Formen u. ſ. w.) einer Anzahl von verſchiedenen archigonen (d. h. durch Urzeugung entſtandenen) Moneren ihren Urſprung verdanken. Sowohl die Flechten als die Pilze unterſcheiden ſich von den echten Pflanzen durch die Zuſammenſetzung ihres weichen Körpers aus einem dichten Geflecht von ſehr langen, vielfach verſchlungenen, eigenthümlichen Fadenzellen, den ſogenannten Hyphen, weshalb wir ſie eben in der Hauptclaſſe der Fadenpflanzen zuſammenfaſſen. Dieſe „Hyphen“ ſind Cytoden, keine echten Zellen. Denn ſie enthalten niemals einen Zellkern, wie ihn jede echte Pflanzenzelle (in ihrer Jugend wenigſtens) beſitzt.

Die erſte Claſſe der Fadenpflanzen, die Pilze (Fungi), werden irrthümlich oft Schwämme genannt und daher mit den echten thieri-

ſchen Schwämmen oder Spongien verwechſelt. Sie zeigen zum Theil allerdings nahe Verwandtſchaftsbeziehungen zu den niederſten Algen; insbeſondere ſind die Tangpilze oder Phycomyceten (die Saprolegnieen und Peronoſporen) eigentlich nur durch den Mangel des Blattgrüns oder Chorophylls von den vorher genannten Schlauchalgen oder Siphoneen (den Vaucherien und Caulerpen) verſchieden. Andrerſeits aber haben alle eigentlichen Pilze ſo viel Eigenthümliches und weichen namentlich durch ihre Ernährungsweiſe ſo ſehr von allen übrigen Pflanzen ab, daß man ſie richtiger in das Protiſtenreich ſtellen ſollte. Die übrigen Pflanzen leben größtentheils von anorgiſcher Nahrung, von einfachen Verbindungen, welche ſie zu verwickelteren zuſammenſetzen. Sie erzeugen Protoplasma durch Zuſammenſetzung von Waſſer, Kohlenſäure und Ammoniak. Sie athmen Kohlenſäure ein und Sauerſtoff aus. Die Pilze dagegen leben, gleich den Thieren, von organiſcher Nahrung, von verwickelten und lockeren Kohlenſtoffverbindungen, welche ſie von anderen Organismen erhalten und zerſetzen. Sie athmen Sauerſtoff ein und Kohlenſäure aus, wie die Thiere. Auch bilden ſie niemals das Blattgrün oder Chlorophyll, welches für die meiſten übrigen Pflanzen ſo charakteriſtiſch iſt. Eben ſo erzeugen ſie niemals Stärkemehl oder Amylum. Daher haben ſchon wiederholt hervorragende Botaniker den Vorſchlag gemacht, die Pilze ganz aus dem Pflanzenreiche zu entfernen und als ein beſonderes drittes Reich zwiſchen Thier- und Pflanzenreich zu ſetzen. Dadurch würde unſer Protiſtenreich einen ſehr bedeutenden Zuwachs erhalten. Da aber viele Pilze ſich auf geſchlechtlichem Wege fortpflanzen, und da die meiſten Botaniker, der herkömmlichen Anſchauung gemäß, die Pilze als echte Pflanzen betrachten, laſſen wir ſie hier vorläufig noch im Pflanzenreiche ſtehen. Der phyletiſche Urſprung der Pilze wird wohl noch lange im Dunkeln bleiben. Die bereits angedeutete nahe Verwandtſchaft der Phycomyceten und Siphoneen (beſonders der Saprolegnieen und Vaucherien) läßt daran denken, daß ein Theil der Pilze von letzteren abſtammt. Andrerſeits ſprechen jedoch auch gewichtige Thatſachen

für die Vermuthung, daß die meiſten Pilze ſelbſtſtändigen Urſprungs ſind.

Die zweite Claſſe der Inophyten, die Flechten (Lichenes), ſind in phylogenetiſcher Beziehung ſehr merkwürdig. Die überraſchenden Entdeckungen der letzten Jahre haben nämlich gelehrt, daß jede Flechte eigentlich aus zwei ganz verſchiedenen Pflanzen zuſammengeſetzt iſt, aus einer niederen Algenform (Nostochaceae, Chroococcaceae) und aus einer paraſitiſchen Pilzform (Ascomycetes), welche auf der erſteren ſchmarotzt, und von den aſſimilirten Stoffen lebt, die dieſe bereitet. Die grünen, chlorophyllhaltigen Zellen (Gonidien), welche man in jeder Flechte findet, gehören der Alge an. Die farbloſen Fäden (Hyphen) dagegen, welche dicht verwebt, die Hauptmaſſe des Flechtenkörpers bilden, gehören dem ſchmarotzenden Pilze an. Immer aber ſind beide Pflanzenformen, Pilz und Alge, die man doch als Angehörige zweier ganz verſchiedener Claſſen betrachtet, ſo feſt mit einander verbunden und ſo innig durchwachſen, daß Jedermann die Flechte als einen einheitlichen Organismus betrachtet. Die meiſten Flechten bilden mehr oder weniger unanſehnliche, formloſe oder unregelmäßig zerriſſene, kruſtenartige Ueberzüge auf Steinen, Baumrinden u. ſ. w. Die Farbe derſelben wechſelt in allen möglichen Abſtufungen vom reinſten Weiß, durch Gelb, Roth, Grün, Braun, bis zum dunkelſten Schwarz. Wichtig ſind viele Flechten in der Oeconomie der Natur dadurch, daß ſie ſich auf den trockenſten und unfruchtbarſten Orten, insbeſondere auf dem nackten Geſtein, anſiedeln können, auf welchem keine andere Pflanze leben kann. Die harte, ſchwarze Lava, welche in vulkaniſchen Gegenden viele Quadratmeilen Boden bedeckt, und welche oft Jahrhunderte lang jeder Pflanzenanſiedelung den hartnäckigſten Widerſtand leiſtet, wird zuerſt immer von Flechten bewältigt. Weiße oder graue Steinflechten (Stereocaulon) ſind es, welche auf den ödeſten und todteſten Lavafeldern mit der Urbarmachung des nackten Felſenbodens beginnen und denſelben für die nachfolgende höhere Vegetation erobern. Ihre abſterbenden Leiber bilden die erſte Damm-

erde, in welcher nachher Moſe, Farne und Blüthenpflanzen feſten Fuß faſſen können. Auch gegen klimatiſche Unbilden ſind die zähen Flechten unempfindlicher als alle anderen Pflanzen. Daher überziehen ihre trockenen Kruſten die nackten Felſen noch in den höchſten, großentheils mit ewigem Schnee bedeckten Gebirgshöhen, in denen keine andere Pflanze mehr ausdauern kann.

Indem wir nun die Pilze, Flechten und Tange, welche gewöhnlich als Thalluspflanzen zuſammengefaßt werden, verlaſſen, betreten wir das Gebiet der zweiten großen Hauptabtheilung des Pflanzenreichs, der Prothalluspflanzen (Prothallota oder Prothallophyta), welche von Anderen als phyllogoniſche Cryptogamen bezeichnet werden (im Gegenſatz zu den Thalluspflanzen oder thallogoniſchen Cryptogamen). Dieſes Gebiet umfaßt die beiden Hauptclaſſen der Moſe und Farne. Hier begegnen wir bereits allgemein (wenige der unterſten Stufen ausgenommen) der Sonderung des Pflanzenkörpers in zwei verſchiedene Grundorgane: Axenorgane (oder Stengel und Wurzel) und Blätter (oder Seitenorgane). Hierin gleichen die Prothalluspflanzen bereits den Blumenpflanzen, weßhalb man ſie neuerdings auch häufig mit dieſen als Stockpflanzen oder Cormophyten zuſammenfaßt. Andererſeits gleichen die Moſe und Farne den Thalluspflanzen durch den Mangel der Blumenbildung und der Samenbildung; und daher ſtellte ſie Linné mit dieſen als Cryptogamen zuſammen, im Gegenſatze zu den ſamenbildenden Pflanzen oder Blumenpflanzen (den Phanerogamen oder Anthophyten).

Unter dem Namen „Prothalluspflanzen“ vereinigen wir die nächſtverwandten Moſe und Farne deshalb, weil bei Beiden ſich ein ſehr eigenthümlicher und charakteriſtiſcher Generationswechſel in der individuellen Entwickelung findet. Jede Art nämlich tritt in zwei verſchiedenen Generationen auf, von denen man die eine gewöhnlich als Vorkeim oder Prothallium bezeichnet, die andere dagegen als den eigentlichen Stock oder Cormus des Moſes oder des Farns betrachtet. Die erſte und urſprüngliche Generation, der Vorkeim

oder Prothallus, auch das Prothallium oder Protonema genannt, ſteht noch auf jener niederen Stufe der Formbildung, welche alle Thalluspflanzen zeitlebens zeigen, d. h. es ſind Stengel und Blattorgane noch nicht geſondert und der ganze zellige Körper des Vorkeims ſtellt einen einfachen Thallus dar. Die zweite und vollkommenere Generation der Moſe und Farne dagegen, der Stock oder Cormus, bildet einen viel höher organiſirten Körper, welcher wie bei den Blumenpflanzen in Stengel und Blatt geſondert iſt; ausgenommen ſind die niederſten Moſe, bei welchen auch dieſe Generation noch auf der niederen Stufe der urſprünglichen Thallusbildung ſtehen bleibt. Mit Ausnahme dieſer letzteren erzeugt allgemein bei den Moſen und Farnen die erſte Generation, der thallusförmige Vorkeim, eine ſtockförmige zweite Generation mit Stengel und Blättern; dieſe erzeugt wiederum den Thallus der erſten Generation u. ſ. w. Es iſt alſo, wie bei dem gewöhnlichen einfachen Generationswechſel der Thiere, die erſte Generation der dritten, fünften u. ſ. w., die zweite dagegen der vierten, ſechſten u. ſ. w. gleich. (Vergl. oben S. 185.)

Von den beiden Hauptclaſſen der Prothallusſpflanzen ſtehen die Moſe im Allgemeinen auf einer viel tieferen Stufe der Ausbildung, als die Farne, und vermitteln durch ihre niederſten Formen (namentlich in anatomiſcher Beziehung) den Uebergang von den Thalluspflanzen und ſpeciell von den Tangen zu den Farnen. Der genealogiſche Zuſammenhang der Moſe und Farne, welcher dadurch angedeutet wird, läßt ſich jedoch nur zwiſchen den unvollkommenſten Formen beider Hauptclaſſen nachweiſen. Die vollkommneren und höheren Gruppen der Moſe und Farne ſtehen in keiner näheren Beziehung zu einander und entwickeln ſich nach entgegengeſetzten Richtungen hin. Jedenfalls ſind die Moſe direct aus Thalluspflanzen und zwar wahrſcheinlich aus Grüntangen entſtanden. Die Farne dagegen ſtammen wahrſcheinlich von ausgeſtorbenen unbekannten Muscinen ab, die den niedrigſten der heutigen Lebermoſe ſehr nahe ſtanden. Für die Schöpfungsgeſchichte ſind die Farne von weit höherer Bedeutung als die Moſe.

Die Hauptclaſſe der Moſe (Muscinae, auch Musci oder Bryophyta genannt) enthält die niederen und unvollkommneren Pflanzen der Prothalloten-Gruppe, welche noch gefäßlos ſind. Meiſtens iſt ihr Körper ſo zart und vergänglich, daß er ſich nur ſehr ſchlecht zur kenntlichen Erhaltung in verſteinertem Zuſtande eignet. Daher ſind die foſſilen Reſte von allen Mosclaſſen ſelten und unbedeutend. Vermuthlich haben ſich die Moſe ſchon in ſehr früher Zeit aus den Thallospflanzen, und zwar aus den Grüntangen entwickelt. Waſſer bewohnende Uebergangsformen von letzteren zu den Moſen gab es wahrſcheinlich ſchon in der Primordialzeit und landbewohnende in der Primärzeit. Die Moſe der Gegenwart, aus deren ſtufenweis verſchiedener Ausbildung die vergleichende Anatomie Einiges auf ihre Stammesgeſchichte ſchließen kann, zerfallen in zwei verſchiedene Claſſen, nämlich in die Lebermoſe und die Laubmoſe.

Die erſte und ältere Claſſe der Moſe, welche ſich unmittelbar an die Grüntange oder Conferveen anreiht, bilden die Lebermoſe (Hepaticae oder Thallobrya). Die hierher gehörigen Moſe ſind meiſtens kleine und unanſehnliche, aber zierliche Pflänzchen. Die niederſten Formen derſelben beſitzen noch in beiden Generationen einen einfachen Thallus, wie die Thalluspflanzen, ſo z. B. die Riccien und Marchantien. Die höheren Lebermoſe dagegen, die Jungermannien und Verwandte, beginnen allmählich Stengel und Blatt zu ſondern, und die höchſten ſchließen ſich unmittelbar an die Laubmoſe an. Die Lebermoſe zeigen durch dieſe Uebergangsbildung ihre directe Abſtammung von den Thallophyten, und zwar von den Grüntangen an.

Diejenigen Moſe, welche der Laie gewöhnlich allein kennt, und welche auch in der That den hauptſächlichſten Beſtandtheil der ganzen Hauptclaſſe bilden, gehören zur zweiten Claſſe, den Laubmoſen (Musci frondosi, Musci im engeren Sinne oder Phyllobrya). Unter die Laubmoſe gehören die meiſten jener zierlichen Pflänzchen, die zu dichten Gruppen vereinigt den ſeidenglänzenden Mosteppich unſerer Wälder bilden, oder auch in Gemeinſchaft mit Lebermoſen und

Flechten die Rinde der Bäume überziehen. Als Waſſerbehälter, welche die Feuchtigkeit ſorgfältig aufbewahren, ſind ſie für die Oeconomie der Natur von der größten Wichtigkeit. Wo der Menſch ſchonungslos die Wälder abholzt und ausrodet, da verſchwinden mit den Bäumen auch die Laubmoſe, welche ihre Rinde bedecken oder im Schutze ihres Schattens den Boden bekleiden und die Lücken zwiſchen den größeren Gewächſen ausfüllen. Mit den Laubmoſen verſchwinden aber die nützlichen Waſſerbehälter, welche Regen und Thau ſammeln und für die Zeit der Trockniß aufbewahren. So entſteht eine troſtloſe Dürre des Bodens, welche das Aufkommen jeder ergiebigen Vegetation vereitelt. In dem größten Theile Süd-Europas, in Griechenland, Italien, Sicilien, Spanien ſind durch die rückſichtsloſe Ausrodung der Wälder die Moſe vernichtet und dadurch der Boden ſeiner nützlichſten Feuchtigkeitsvorräthe beraubt worden; die vormals blühendſten und üppigſten Landſtriche ſind in dürre, öde Wüſten verwandelt. Leider nimmt auch in Deutſchland neuerdings dieſe rohe Barbarei immer mehr überhand. Wahrſcheinlich haben die kleinen Laubmoſe jene außerordentlich wichtige Rolle ſchon ſeit ſehr langer Zeit, vielleicht ſeit Beginn der Primärzeit geſpielt. Da aber ihre zarten Leiber ebenſo wenig wie die der übrigen Moſe für die deutliche Erhaltung im foſſilen Zuſtande geeignet ſind, ſo kann uns hierüber die Paläontologie keine Auskunft geben.

Weit mehr als von den Moſen wiſſen wir durch die Verſteinerungskunde von den Farnen. Dieſe zweite Hauptklaſſe der Prothallospflanzen hat eine außerordentliche Bedeutung für die Geſchichte der Pflanzenwelt gehabt. Die Farne, oder genauer ausgedrückt, die „farnartigen Pflanzen“ (Filicinae oder Pteridoidae, auch Pteridophyta oder Gefäßcryptogamen genannt), bilden während eines außerordentlich langen Zeitraums, nämlich während des ganzen primären oder paläolithiſchen Zeitalters, die Hauptmaſſe der Pflanzenwelt, ſo daß wir daſſelbe geradezu als das Zeitalter der Farnwälder bezeichnen konnten. Seit Anbeginn der devoniſchen Zeit, in welcher zum erſten Male landbewohnende Organismen auftraten,

während der Ablagerung der devoniſchen, carboniſchen und permiſchen Schichten, überwogen die farnartigen Pflanzen ſo ſehr alle übrigen, daß jene Benennung dieſes Zeitalters in der That gerechtfertigt iſt. In den genannten Schichtenſyſtemen, vor allen aber in den ungeheuer mächtigen Steinkohlenflötzen der carboniſchen oder Steinkohlenzeit, finden wir ſo zahlreiche und zum Theil wohl erhaltene Reſte von Farnen, daß wir uns daraus ein ziemlich lebendiges Bild von der ganz eigenthümlichen Landflora des paläolithiſchen Zeitalters machen können. Im Jahre 1855 betrug die Geſammtzahl der damals bekannten paläolithiſchen Pflanzenarten ungefähr Eintauſend, und unter dieſen befanden ſich nicht weniger als 872 farnartige Pflanzen. Unter den übrigen 128 Arten befanden ſich 77 Gymnoſpermen (Nadelhölzer und Palmfarne), 40 Thalluspflanzen (größtentheils Tange) und gegen 20 nicht ſicher beſtimmbare Cormophyten.

Wie ſchon bemerkt, haben ſich die Farne wahrſcheinlich aus niederen Lebermoſen hervorgebildet, und zwar im Beginn der Primärzeit, in der devoniſchen Periode. In ihrer Organiſation erheben ſich die Farne bereits bedeutend über die Moſe und ſchließen ſich in ihren höheren Formen ſchon an die Blumenpflanzen an. Während bei den Moſen noch ebenſo wie bei den Thalluspflanzen der ganze Körper aus ziemlich gleichartigen, wenig oder nicht differenzirten Zellen zuſammengeſetzt iſt, entwickeln ſich im Gewebe der Farne bereits jene eigenthümlich differenzirten Zellenſtränge, welche man als Pflanzengefäße und Gefäßbündel bezeichnet, und welche auch bei den Blumenpflanzen allgemein vorkommen. Daher vereinigt man wohl auch die Farne als „Gefäßcryptogamen“ mit den Phanerogamen, und ſtellt dieſe „Gefäßpflanzen“ den „Zellenpflanzen“ gegenüber, d. h. den „Zellencryptogamen“ (Moſen und Thalluspflanzen). Dieſer hochwichtige Fortſchritt in der Pflanzenorganiſation, die Bildung der Gefäße und Gefäßbündel, fand demnach erſt in der devoniſchen Zeit ſtatt, alſo im Beginn der zweiten und kleineren Hälfte der organiſchen Erdgeſchichte. (Vergl. Taf. XVII und deren Erklärung unten im Anhang.)

Farnwald der Steinkohlenzeit

Digitized by Google

Die Hauptclaſſe der Farne oder Filicinen zerfällt in vier verſchiedene Claſſen, nämlich 1. die Laubfarne oder Pterideen, 2. die Waſſerfarne oder Rhizocarpeen, 3. die Schaftfarne oder Calamarien und 4. die Schuppenfarne oder Selagineen. Die bei weitem wichtigſte und formenreichſte von dieſen vier Claſſen, welche den Hauptbeſtandtheil der paläolithiſchen Wälder bildete, waren die Laubfarne, und demnächſt die Schuppenfarne. Dagegen traten die Schaftfarne ſchon damals mehr gegen dieſe beiden Claſſen zurück, und von den Waſſerfarnen wiſſen wir nicht einmal mit Beſtimmtheit, ob ſie damals ſchon lebten. Es muß uns ſchwer fallen, uns eine Vorſtellung von dem ganz eigenthümlichen Charakter jener düſteren paläolithiſchen Farnwälder zu bilden, in denen der ganze bunte Blumenreichthum unſerer gegenwärtigen Flora noch völlig fehlte, und welche noch von keinem Vogel, von keinem Säugethier belebt wurden. (Vergl. Taf. XVII.) Von Blumenpflanzen exiſtirten damals nur die niederſten Claſſen, die nacktſamigen Nadelhölzer und Farnpalmen, mit unſcheinbaren Blüthen.

Als die Stammgruppe der Farne, die ſich zunächſt aus den Lebermoſen entwickelt hat, iſt die Claſſe der Farne im engeren Sinne, der Laubfarne oder Wedelfarne, zu betrachten (Filices oder Pterideae, auch Phyllopterides genannt). In der gegenwärtigen Flora unſerer gemäßigten Zonen ſpielt dieſe Claſſe nur eine untergeordnete Rolle, da ſie hier meiſtens nur durch die niedrigen ſtammloſen Farnkräuter vertreten iſt. In der heißen Zone dagegen, namentlich in den feuchten, dampfenden Wäldern der Tropengegenden, erhebt ſie ſich noch heutigentags zur Bildung der hochſtämmigen, palmenähnlichen Farnbäume. Dieſe ſchönen Baumfarne der Gegenwart, welche zu den Hauptzierden unſerer Gewächshäuſer gehören, können uns aber nur eine ſchwache Vorſtellung von den ſtattlichen und prachtvollen Laubfarnen der Primärzeit geben, deren mächtige Stämme damals dichtgedrängt ganze Wälder zuſammenſetzten. Man findet dieſe Stämme namentlich in den Steinkohlenflötzen der Carbonzeit maſſenhaft über einander gehäuft, und dazwiſchen vortrefflich erhaltene Abdrücke von den zierlichen Wedeln oder Blättern, welche

in ſchirmartig ausgebreitetem Buſche den Gipfel des Stammes krönten. Die einfache oder mehrfache Zuſammenſetzung und Fiederung dieſer Wedel, der zierliche Verlauf der veräſtelten Nerven oder Gefäßbündel in ihrem zarten Laube iſt an den Abdrücken der paläolithiſchen Farnwedel noch ſo deutlich zu erkennen, wie an den Farnwedeln der Jetztzeit. Bei vielen kann man ſelbſt die Fruchthäufchen, welche auf der Unterfläche der Wedel vertheilt ſind, ganz deutlich nachweiſen. Nach der Steinkohlenzeit nahm das Uebergewicht der Laubfarne bereits ab, und ſchon gegen Ende der Secundärzeit ſpielten ſie eine faſt eben ſo untergeordnete Rolle wie in der Gegenwart.

Aus den Laubfarnen oder Pteribeen ſcheinen ſich als drei divergirende Aeſte die Calamarien, Ophioglofſeen und Rhizocarpeen entwickelt zu haben (vergl. S. 405). Von dieſen drei Gruppen ſind auf der niederſten Stufe die Schaftfarne ſtehen geblieben (Calamariae oder Calamophyta). Sie umfaſſen drei verſchiedene Ordnungen, von denen nur eine noch gegenwärtig lebt, nämlich die Schafthalme oder Schachtelhalme (Equisetaceae). Die beiden anderen Ordnungen, die Rieſenhalme (Calamiteae) und die Sternblatthalme (Asterophylliteae), ſind längſt ausgeſtorben. Alle Schaftfarne zeichnen ſich durch einen hohlen und gegliederten Schaft, Stengel oder Stamm aus, an welchem Aeſte und Blätter, wenn ſie vorhanden ſind, quirlförmig um die Stengelglieder herumſtehen. Die hohlen Stengelglieder ſind durch Querſcheidewände von einander getrennt. Bei den Schafthalmen und Calamiten iſt die Oberfläche von längsverlaufenden parallelen Rippen durchzogen, wie bei einer cannellirten Säule, und die Oberhaut enthält ſo viel Kieſelerde, daß ſie zum Scheuern und Poliren verwendet werden kann. Bei den Sternblatthalmen oder Aſterophylliten waren die ſternförmig in Quirle geſtellten Blätter ſtärker entwickelt als bei den beiden anderen Ordnungen. In der Gegenwart leben von den Schaftfarnen nur noch die unanſehnlichen Schafthalme oder Equiſetum-Arten unſerer Sümpfe und Wieſen, welche während der ganzen Primär- und Secundärzeit durch mächtige Bäume aus der Gattung Equi-

setites vertreten waren. Zur ſelben Zeit lebte auch die nächſtverwandte Ordnung der Rieſenhalme (Calamites), deren ſtarke Stämme gegen 50 Fuß Höhe erreichten. Die Ordnung der Sternblatthalme (Asterophyllites) dagegen enthielt kleinere, zierliche Pflanzen von ſehr eigenthümlicher Form, und blieb ausſchließlich auf die Primärzeit beſchränkt. (Vergl. Taf. XVII, linke Seite).

Am wenigſten bekannt von allen Farnen iſt uns die Geſchichte der dritten Claſſe, der Wurzelfarne oder Waſſerfarne (Rhizocarpeae oder Hydropterides). In ihrem Bau ſchließen ſich dieſe im ſüßen Waſſer lebenden Farne einerſeits an die Laubfarne, andrerſeits an die Schuppenfarne an. Es gehören hierher die wenig bekannten Mosfarne (Salvinia), Kleefarne (Marsilea) und Pillenfarne (Pilularia) in den ſüßen Gewäſſern unſerer Heimath, ferner die größere ſchwimmende Azolla der Tropenteiche. Die meiſten Waſſerfarne ſind von zarter Beſchaffenheit und deshalb wenig zur Verſteinerung geeignet. Daher mag es wohl rühren, daß ihre foſſilen Reſte ſo ſelten ſind, und daß die älteſten derſelben, die wir kennen, im Jura gefunden wurden. Wahrſcheinlich iſt aber die Claſſe viel älter und hat ſich bereits während der paläolithiſchen Zeit aus anderen Farnen durch Anpaſſung an das Waſſerleben entwickelt.

Als eine beſondere Farnclaſſe werden jetzt bisweilen die Zungenfarne (Ophioglosseae oder Glossopterides) betrachtet. Gewöhnlich werden dieſe Farne, zu welchen von unſeren einheimiſchen Gattungen außer dem Ophioglossum auch das Botrychium gehört, nur als eine kleine Unterabtheilung der Laubfarne angeſehen. Sie verdienen aber deshalb beſonders hervorgehoben zu werden, weil ſie eine wichtige, phylogenetiſch vermittelnde Zwiſchenform zwiſchen den Pteridеen und Lepidophyten darſtellen und demnach auch zu den directen Vorfahren der Blumenpflanzen zu rechnen ſind.

Die letzte und höchſt entwickelte Farnclaſſe bilden die Schuppenfarne (Lepidophyta oder Selagineae). Wie die Zungenfarne aus den Laubfarnen, ſo ſind ſpäter die Schuppenfarne aus den Zungenfarnen entſtanden. Die Selagineen entwickelten ſich höher als alle

übrigen Farne und bilden bereits den Uebergang zu den Blumenpflanzen, die ſich aus ihnen zunächſt hervorgebildet haben. Nächſt den Wedelfarnen waren ſie am meiſten an der Zuſammenſetzung der paläolithiſchen Farnwälder betheiligt. Auch dieſe Claſſe enthält, gleichwie die Claſſe der Schaftfarne, drei nahe verwandte, aber doch mehrfach verſchiedene Ordnungen, von denen nur noch eine am Leben, die beiden anderen aber bereits gegen Ende der Steinkohlenzeit ausgeſtorben ſind. Die heute noch lebenden Schuppenfarne gehören zur Ordnung der Bärlappe (Lycopodiaceae). Es ſind meiſtens kleine und zierliche, mosähnliche Pflänzchen, deren zarter, in vielen Windungen ſchlangenartig auf dem Boden kriechender und vielveräſtelter Stengel dicht von ſchuppenähnlichen und ſich deckenden Blättchen eingehüllt iſt. Die zierlichen Lycopodium-Ranken unſerer Wälder, welche die Gebirgsreiſenden um ihre Hüte winden, werden Ihnen Allen bekannt ſein, ebenſo die noch zartere Selaginella, welche als ſogenanntes „Rankenmos" den Boden unſerer Gewächshäuſer mit dichtem Teppich ziert. Die größten Bärlappe der Gegenwart leben auf den Sudainſeln und erheben ſich dort zu Stämmen von einem halben Fuß Dicke und 25 Fuß Höhe. Aber in der Primärzeit und Secundärzeit waren noch größere Bäume dieſer Gruppe weit verbreitet, von denen die älteſten vielleicht zu den Stammeltern der Nadelhölzer gehören (Lycopodites). Die mächtigſte Entwickelung erreichte jedoch die Claſſe der Schuppenfarne während der Primärzeit nicht in den Bärlappbäumen, ſondern in den beiden Ordnungen der Schuppenbäume (Lepidodendreae) und der Siegelbäume (Sigillarieae). Dieſe beiden Ordnungen treten ſchon in der Devonzeit mit einzelnen Arten auf, erreichen jedoch ihre maſſenhafte und erſtaunliche Ausbildung erſt in der Steinkohlenzeit, und ſterben bereits gegen Ende derſelben oder in der darauf folgenden permiſchen Periode wieder aus. Die Schuppenbäume oder Lepidodendren waren wahrſcheinlich den Bärlappen noch näher verwandt, als die Siegelbäume. Sie erhoben ſich zu prachtvollen, unverästelten und gerade aufſteigenden Stämmen, die ſich am Gipfel nach Art eines Kronleuchters gabel-

spaltig in zahlreiche Aeste theilten. Diese trugen eine Krone von Schuppenblättern und waren gleich dem Stamm in zierlichen Spirallinien von den Narben oder Ansatzstellen der abgefallenen Blätter bedeckt. (Taf. XVII, rechts oben.) Man kennt Schuppenbäume von 40—60 Fuß Länge und 12—15 Fuß Durchmesser am Wurzelende. Einzelne Stämme waren mehr als hundert Fuß lang. Noch viel massenhafter finden sich in der Steinkohle die nicht minder hohen, aber schlankeren Stämme der merkwürdigen Siegelbäume oder Sigillarien angehäuft, die an manchen Orten hauptsächlich die Steinkohlenflötze zusammensetzen. Ihre Wurzelstöcke hat man früher als eine ganz besondere Pflanzenform (Stigmaria) beschrieben. Die Siegelbäume sind in vieler Beziehung den Schuppenbäumen sehr ähnlich, weichen jedoch durch ihren anatomischen Bau schon mehrfach von diesen und von den Farnen überhaupt ab. Sie erscheinen auch den ausgestorbenen devonischen Lycopterideen verwandt, welche charakteristische Eigenschaften der Bärlappe und der Laubfarne in sich vereinigten, und welche nach den wichtigen phylogenetischen Untersuchungen von Strasburger als die hypothetische Stammform der Blumenpflanzen zu betrachten sind.

Indem wir nun die dichten Farnwälder der Primärzeit verlassen, welche vorzugsweise aus den Laubfarnen, aus den Schuppenbäumen und Siegelbäumen zusammengesetzt sind, treten wir in die nicht minder charakteristischen Nadelwälder der Secundärzeit hinüber. Damit treten wir aber zugleich aus dem Bereiche der blumenlosen und samenlosen Pflanzen oder Cryptogamen in die zweite Hauptabtheilung des Pflanzenreichs, in das Unterreich der samenbildenden Pflanzen, der Blumenpflanzen oder Phanerogamen hinein. Diese formenreiche Abtheilung, welche die Hauptmasse der jetzt lebenden Pflanzenwelt, und namentlich die große Mehrzahl der landbewohnenden Pflanzen enthält, ist jedenfalls viel jüngeren Alters, als die Abtheilung der Cryptogamen. Denn sie kann erst im Laufe des paläolithischen Zeitalters aus dieser letzteren sich entwickelt haben. Mit voller Gewißheit können wir behaupten, daß während des ganzen archolithi-

ſchen Zeitalters, alſo während der erſten und längeren Hälfte der organiſchen Erdgeſchichte, noch gar keine Blumenpflanzen exiſtirten, und daß ſie ſich erſt während der Primärzeit aus farnartigen Cryptogamen entwickelten. Die anatomiſche und embryologiſche Verwandtſchaft der Phanerogamen mit dieſen letztern iſt ſo innig, daß wir daraus mit Sicherheit auch auf ihren genealogiſchen Zuſammenhang, ihre wirkliche Stammverwandtſchaft ſchließen können. Die Blumenpflanzen können unmittelbar weder aus Thalluspflanzen noch aus Moſen, ſondern nur aus Farnen oder Filicinen entſtanden ſein. Höchſt wahrſcheinlich ſind die Schuppenfarne oder Selagineen, und zwar die vorher genannten Lycopterideen, welche der heutigen Selaginella ſehr nahe ſtanden, die unmittelbaren Vorfahren der Phanerogamen geweſen.

Schon ſeit langer Zeit hat man auf Grund des inneren anatomiſchen Baues und der embryologiſchen Entwickelung das Unterreich der Phanerogamen in zwei große Hauptclaſſen eingetheilt, in die Nacktſamigen oder Gymnoſpermen und in die Deckſamigen oder Angioſpermen. Dieſe letzteren ſind in jeder Beziehung vollkommener und höher organiſirt als die erſteren, und haben ſich erſt ſpäter, im Laufe der Secundärzeit, aus jenen entwickelt. Die Gymnoſpermen bilden ſowohl anatomiſch als embryologiſch die vermittelnde Uebergangsgruppe von den Farnen zu den Angioſpermen.

Die niedere, unvollkommenere und ältere von den beiden Hauptclaſſen der Blumenpflanzen, die der Nacktſamigen (Gymnospermae oder Archispermae) erreichte ihre mannichfaltigſte Ausbildung und weiteſte Verbreitung während der meſolithiſchen oder Secundärzeit. Sie iſt für dieſes Zeitalter nicht minder charakteriſtiſch, wie die Farngruppe für das vorhergehende primäre, und wie die Angioſpermengruppe für das nachfolgende tertiäre Zeitalter. Wir konnten daher die Secundärzeit auch als den Zeitraum der Gymnoſpermen, oder nach ihren bedeutendſten Vertretern als das Zeitalter der Nadelhölzer bezeichnen. Die Nacktſamigen zerfallen in drei Claſſen, die Coniferen, Cycadeen und Gnetaceen. Wir finden verſteinerte Reſte

derſelben bereits in der Steinkohle vor, und müſſen daraus ſchließen, daß der Uebergang von Schuppenfarnen in Gymnoſpermen bereits während der Steinkohlenzeit, oder vielleicht ſelbſt ſchon in der deboniſchen Zeit, erfolgt iſt. Immerhin ſpielen die Nacktſamigen während der ganzen folgenden Primärzeit nur eine ſehr untergeordnete Rolle und gewinnen die Herrſchaft über die Farne erſt im Beginn der Secundärzeit.

Von den drei Claſſen der Gymnoſpermen ſteht diejenige der Farnpalmen (Cycadeae) auf der niederſten Stufe und ſchließt ſich, wie ſchon der Name ſagt, unmittelbar an die Farne an, ſo daß ſie früher ſelbſt von manchen Botanikern mit dieſer Gruppe in Syſteme vereinigt wurde. In der äußeren Geſtalt gleichen ſie ſowohl den Palmen als den Farnbäumen oder baumartigen Laubfarnen, und tragen eine aus Fiederblättern zuſammengeſetzte Krone, welche entweder auf einem dicken niedrigen Strunke oder auf einem ſchlanken, einfachen, ſäulenförmigen Stamme ſitzt. In der Gegenwart iſt dieſe einſt formenreiche Claſſe nur noch durch wenige, in der heißen Zone lebende, Formen dürftig vertreten, durch die niedrigen Zapfenfarne (Zamia), die dickſtämmigen Brodfarne (Encephalartos), und die ſchlankſtämmigen Rollfarne (Cycas). Man findet ſie häufig in unſeren Treibhäuſern, wo ſie gewöhnlich mit Palmen verwechſelt werden. Eine viel größere Formenmannichfaltigkeit als die lebenden bieten uns die ausgeſtorbenen und verſteinerten Zapfenfarne, welche namentlich in der Mitte der Secundärzeit (während der Juraperiode) in größter Maſſe auftraten und damals vorzugsweiſe den Charakter der Wälder beſtimmten.

In größerer Formenmannichfaltigkeit als die Claſſe der Palmfarne hat ſich bis auf unſere Zeit der andere Zweig der Gymnoſpermengruppe erhalten, die Claſſe der Nadelhölzer oder Zapfenbäume (Coniferae). Noch gegenwärtig ſpielen die dazu gehörigen Cypreſſen, Wachholder und Lebensbäume (Thuja), die Taxus- und Ginkobäume (Salisburya), die Araucarien und Cedern, vor allen aber die formenreiche Gattung Pinus mit ihren zahlreichen und bedeutenden Arten, den verſchiedenen Kiefern, Pinien, Tannen, Fichten,

Lärchen u. ſ. w. in den verſchiedenſten Gegenden der Erde eine ſehr bedeutende Rolle, und ſetzen ausgedehnte Waldgebiete faſt allein zuſammen. Doch erſcheint dieſe Entwickelung der Nadelhölzer ſchwach im Vergleiche zu der ganz überwiegenden Herrſchaft, welche ſich dieſe Claſſe während der älteren Secundärzeit, in der Triasperiode, über die übrigen Pflanzen erworben hatte. Damals bildeten mächtige Zapfenbäume in verhältnißmäßig wenigen Gattungen und Arten, aber in ungeheuren Maſſen von Individuen beiſammen ſtehend, den Hauptbeſtandtheil der meſolithiſchen Wälder. Sie rechtfertigen die Benennung der Secundärzeit als des „Zeitalters der Nadelwälder", obwohl die Coniferen ſchon in der Jurazeit von den Cycadeen überflügelt wurden.

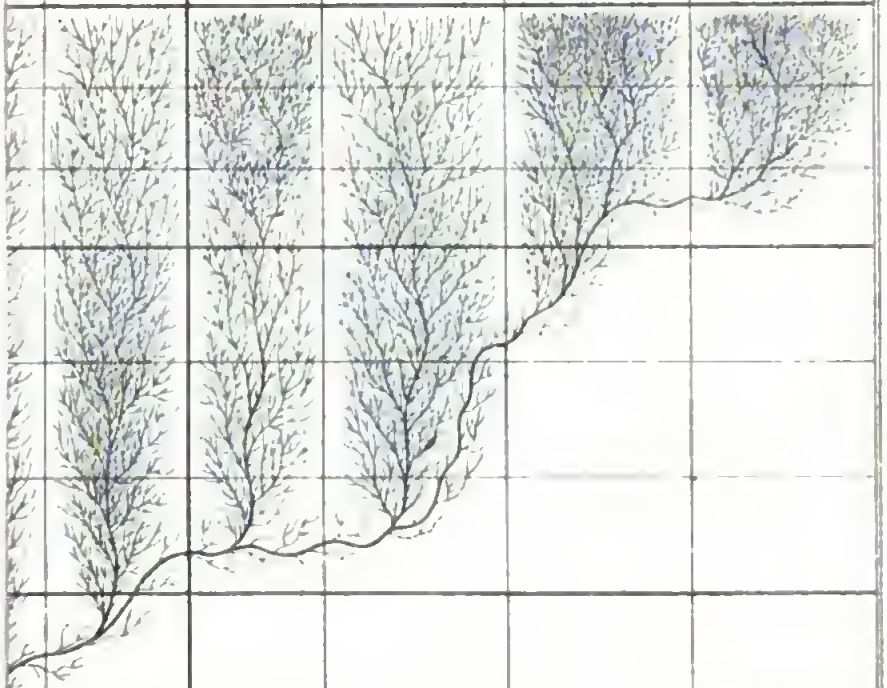
Die Stammgruppe der Coniferen ſpaltete ſich ſchon frühzeitig in zwei Aeſte, in die Araucarien einerſeits, die Taxaceen oder Eibenbäume andererſeits. Von den erſteren ſtammt die Hauptmaſſe der Nadelhölzer ab. Aus den letzteren hingegen entwickelte ſich die dritte Claſſe der Gymnoſpermen, die Meningos oder Gnetaceae. Dieſe kleine, aber ſehr intereſſante Claſſe enthält nur drei verſchiedene Gattungen: Gnetum, Welwitschia und Ephedra; ſie iſt von großer Bedeutung als die unmittelbare Uebergangsgruppe von den Coniferen zu den Angioſpermen, und zwar ſpeciell zu den Dicotylen.

Aus den Nadelwäldern der meſolithiſchen oder Secundärzeit treten wir in die Laubwälder der caenolithiſchen oder Tertiärzeit hinüber und gelangen dadurch zur Betrachtung der ſechsten und letzten Hauptclaſſe des Pflanzenreichs, der Deckſamigen (Angiospermae oder Metaspermae). Die erſten ſicheren Verſteinerungen von Deckſamigen finden wir in den Schichten des Kreideſyſtems, und zwar kommen hier neben einander Reſte von den beiden Claſſen vor, in welche man die Hauptclaſſe der Angioſpermen allgemein eintheilt, nämlich Einkeimblättrige oder Monocotylen und Zweikeimblättrige oder Dicotylen. Indeſſen iſt die ganze Gruppe wahrſcheinlich älteren Urſprungs und ſchon während der Trias-Periode entſtanden. Wir kennen nämlich eine Anzahl von zweifelhaften und nicht ſicher beſtimmbaren foſſilen Pflanzenreſten

...en-Pflanzen, Phanerogamae.

...nige ...rmae. | Decksamige Angiospermae

...ae.	Meningos. Cinctaceae.	Einkeimblättrige. Monocotylae.	Zweikeimblättrige. Dicotylae. Kelchblüthige. Monochlamydeae.	Sternblüthige Dialypetalae.	Glockenblüthige Gamopetalae.



...ge der 5 ...rocenten:

...t	0, 5.
	2, 3
...it	11, 5.
	32, 1
...eit	53, 6
	100, 0

Einheitlicher
oder monophyletischer
Stammbaum des Pflanzenreichs
palaeontologisch begründet.

aus der Jurazeit und aus der Triaszeit, welche von manchen Botanikern bereits für Angiospermen, von anderen dagegen für Gymnospermen gehalten werden. Was die beiden Classen der Deckſamigen betrifft, Monocotylen und Dicotylen, ſo haben ſich höchſt wahrſcheinlich zunächſt aus den Gnetaceen die Dicotylen, hingegen die Monocotylen erſt ſpäter aus einer Seitenlinie oder einem Zweige der Dicotylen entwickelt.

Die Claſſe der Einkeimblättrigen oder Einſamenlappigen (Monocotylae oder Monocotyledones, auch Endogenae genannt) umfaßt diejenigen Blumenpflanzen, deren Samen nur ein einziges Keimblatt oder einen ſogenannten Samenlappen (Cotyledon) beſitzt. Jeder Blattkreis ihrer Blume enthält in der großen Mehrzahl der Fälle drei Blätter, und es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß die gemeinſame Mutterpflanze aller Monocotylen eine regelmäßige und dreizählige Blüthe beſaß. Die Blätter ſind meiſtens einfach, von einfachen, graden Gefäßbündeln oder ſogenannten „Nerven" durchzogen. Zu dieſer Claſſe gehören die umfangreichen Familien der Binſen und Gräſer, Lilien und Schwertlilien, Orchideen und Dioscoreen, ferner eine Anzahl einheimiſcher Waſſerpflanzen, die Waſſerlinſen, Rohrkolben, Seegräſer u. ſ. w., und endlich die prachtvollen, höchſt entwickelten Familien der Aroideen und Pandaneen, der Bananen und Palmen. Im Ganzen iſt die Monocotylenclaſſe trotz aller Formenmannichfaltigkeit, die ſie in der Tertiärzeit und in der Gegenwart entwickelt hat, viel einförmiger organiſirt, als die Dicotylenclaſſe, und auch ihre geſchichtliche Entwickelung bietet ein viel geringeres Intereſſe. Verſteinerte Reſte ſind ſelten gut erhalten. Jedenfalls exiſtirten ſie bereits in der Kreidezeit, vielleicht ſchon in der Trias-Periode.

Viel größeres hiſtoriſches und anatomiſches Intereſſe bietet in der Entwickelung ihrer untergeordneten Gruppen die zweite Claſſe der Deckſamigen, die Zweikeimblättrigen oder Zweiſamenlappigen (Dicotylae oder Dicotyledones, auch Exogenae benannt). Die Blumenpflanzen dieſer Claſſe beſitzen, wie ihr Name ſagt, gewöhnlich zwei Samenlappen oder Keimblätter (Cotyledonen). Die

Grundzahl in der Zuſammenſetzung ihrer Blüthe iſt gewöhnlich nicht drei, wie bei den meiſten Monocotylen, ſondern vier oder fünf, oder ein Vielfaches davon. Ferner ſind ihre Blätter gewöhnlich höher differenzirt und mehr zuſammengeſetzt, als die der Monocotylen, und von gekrümmten, veräſtelten Gefäßbündeln oder „Adern" durchzogen. Zu dieſer Claſſe gehören die meiſten Laubbäume, und da dieſelbe in der Tertiärzeit ſchon ebenſo wie in der Gegenwart das Uebergewicht über die Gymnoſpermen und Farne beſaß, ſo konnten wir das caenolithiſche Zeitalter auch als das der Laubwälder bezeichnen.

Obwohl die Mehrzahl der Dicotylen zu den höchſten und vollkommenſten Pflanzen gehört, ſo ſchließt ſich doch die niederſte Abtheilung derſelben unmittelbar an die Gymnoſpermen, und zwar an die Gnetaceen an. Bei den niederen Dicotylen iſt, wie bei den Monocotylen, Kelch und Blumenkrone noch nicht geſondert. Man nennt ſie daher Kelchblüthige (Monochlamydeae oder Apetalae). Dieſe Unterclaſſe iſt wahrſcheinlich als die Stammgruppe der Angioſpermen anzuſehen und exiſtirte ſchon während der Trias- oder Jura-Zeit. Es gehören dahin die meiſten kätzchentragenden Laubbäume: die Birken und Erlen, Weiden und Pappeln, Buchen und Eichen, ferner die neſſelartigen Pflanzen: Neſſeln, Hanf und Hopfen, Feigen, Maulbeeren und Rüſtern, endlich die wolfsmilchartigen, korbeerartigen, amaranthartigen Pflanzen u. ſ. w.

Erſt ſpäter, in der Kreidezeit, erſcheint die zweite und vollkommnere Unterclaſſe der Dicotylen, die Gruppe der Kronenblüthigen (Dichlamydeae oder Corolliflorae). Dieſe entſtanden aus den Kelchblüthigen dadurch, daß ſich die einfache Blüthenhülle der letzteren in Kelch und Krone differenzirte. Die Unterclaſſe der Kronenblüthigen zerfällt wiederum in zwei große Hauptabtheilungen oder Legionen, deren jede eine große Menge von verſchiedenen Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten enthält. Die erſte Legion führt den Namen der Sternblüthigen oder Diapetalen, die zweite den Namen der Glockenblüthigen oder Gamopetalen.

Die tiefer ſtehende und unvollkommnere von den beiden Le-

gionen der Kronenblüthigen ſind die Sternblüthigen (Astropetalae, auch Polypetalae oder Dialypetalae genannt). Hierher gehören die umfangreichen Familien der Doldenblüthigen oder Umbelliferen, der Kreuzblüthigen oder Cruciferen, ferner die Ranunculaceen und Craſſulaceen, Waſſerroſen und Ciſtroſen, Malven und Geranien, und neben vielen anderen namentlich noch die großen Abtheilungen der Roſenblüthigen (welche außer den Roſen die meiſten unſerer Obſtbäume umfaſſen), und der Schmetterlingsblüthigen (welche unter anderen die Wicken, Bohnen, Klee, Ginſter, Acacien und Mimoſen enthalten). Bei allen dieſen Diapetalen bleiben die Blumenblätter getrennt und verwachſen nicht mit einander, wie es bei den Gamopetalen der Fall iſt. Die letzteren haben ſich erſt in der Tertiärzeit aus den Diapetalen entwickelt, während dieſe ſchon in der Kreidezeit neben den Kelchblüthigen auftraten.

Die höchſte und vollkommenſte Gruppe des Pflanzenreichs bildet die zweite Abtheilung der Kronenblüthigen, die Legion der Glockenblüthigen (Gamopetalae, auch Monopetalae oder Sympetalae genannt). Hier verwachſen die Blumenblätter, welche bei den übrigen Blumenpflanzen meiſtens ganz getrennt bleiben, regelmäßig zu einer mehr oder weniger glocken-, trichter- oder röhrenförmigen Krone. Es gehören hierher unter anderen die Glockenblumen und Winden, Primeln und Haidekräuter, Gentianen und Loniceren, ferner die Familie der Oelbaumartigen (Oelbaum, Liguſter, Flieder und Eſche) und endlich neben vielen anderen Familien die umfangreichen Abtheilungen der Lippenblüthigen (Labiaten) und der Zuſammengeſetztblüthigen (Compoſiten). In dieſen letzteren erreicht die Differenzirung und Vervollkommnung der Phanerogamenblüthe ihren höchſten Grad, und wir müſſen ſie daher als die vollkommenſten von allen an die Spitze des Pflanzenreichs ſtellen. Dem entſprechend tritt die Legion der Glockenblüthigen oder Gamopetalen am ſpäteſten von allen Hauptgruppen des Pflanzenreichs in der organiſchen Erdgeſchichte auf, nämlich erſt in der caenolithiſchen oder Tertiärzeit. Selbſt in der älteren Tertiärzeit iſt ſie noch ſehr ſelten, nimmt erſt in der mittleren langſam

zu und erreicht erſt in der neueren Tertiärzeit und in der Quartärzeit ihre volle Ausbildung.

Wenn Sie nun, in der Gegenwart angelangt, nochmals die ganze geſchichtliche Entwickelung des Pflanzenreichs überblicken, ſo werden ſie nicht umhin können, darin lediglich eine großartige Beſtätigung der Deſcendenztheorie zu finden. Die beiden großen Grundgeſetze der organiſchen Entwickelung, die wir als die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Daſein nachgewieſen haben, die Geſetze der Differenzirung und der Vervollkommnung, machen ſich in der Entwickelung der größeren und kleineren Gruppen des natürlichen Pflanzenſyſtems überall geltend. In jeder größeren und kleineren Periode der organiſchen Erdgeſchichte nimmt das Pflanzenreich ſowohl an Mannichfaltigkeit, als an Vollkommenheit zu, wie Ihnen ſchon ein Blick auf Taf. V deutlich zeigt. Während der ganzen langen Primordialzeit exiſtirt nur die niederſte und unvollkommenſte Hauptclaſſe der Tange. Zu ihnen geſellen ſich in der Primärzeit die höheren und vollkommneren Cryptogamen, insbeſondere die Hauptclaſſe der Farne. Schon während der Steinkohlenzeit beginnen ſich aus letzteren die Phanerogamen zu entwickeln, anfänglich jedoch nur durch die niedere Hauptclaſſe der Nacktſamigen oder Gymnoſpermen repräſentirt. Erſt während der Secundärzeit geht aus dieſen die höhere Hauptclaſſe der Deckſamigen oder Angioſpermen hervor. Auch von dieſen ſind anfänglich nur die niederen, kronenloſen Gruppen, die Monocotylen und die Apetalen vorhanden. Erſt während der Kreidezeit entwickeln ſich aus letzteren die höheren Kronenblüthigen. Aber auch dieſe höchſte Abtheilung iſt in der Kreidezeit nur durch die tiefer ſtehenden Sternblüthigen oder Diapetalen vertreten, und ganz zuletzt erſt, in der Tertiärzeit, gehen aus dieſen die höher ſtehenden Glockenblüthigen oder Gamopetalen hervor, die vollkommenſten von allen Blumenpflanzen. So erhob ſich in jedem jüngeren Abſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte das Pflanzenreich ſtufenweiſe zu einem höheren Grade der Vollkommenheit und der Mannichfaltigkeit.

Achtzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.
I. Pflanzenthiere und Wurmthiere.

Das natürliche Syſtem des Thierreichs. Syſtem von Linné und Lamarck. Die vier Typen von Baer und Cuvier. Vermehrung derſelben auf ſieben Typen. Genealogiſche Bedeutung der ſieben Typen als ſelbſtſtändiger Stämme des Thierreichs. Die fünf erſten Keimformen und die entſprechenden fünf älteſten Stammformen der Thiere: Moneren, Amoeben, Moräa, Blaſtäa, Gaſträa. Monophyletiſche und polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe des Thierreichs. Abſtammung der Pflanzenthiere und Würmer von der Gaſtraea. Cölenterien und Bilaterien. Gemeinſamer Urſprung der vier höheren Thierſtämme aus dem Würmerſtamm. Eintheilung der ſechs Thierſtämme in 20 Hauptclaſſen und 40 Claſſen. Stamm der Pflanzenthiere. Gaſtraeaden (Gaſtraea und Gaſtrula). Schwämme oder Spongien (Schleimſchwämme, Faſerſchwämme, Kalkſchwämme). Neſſelthiere oder Akalephen (Polypen, Korallen, Schirmquallen, Staatsquallen, Kammquallen). Stamm der Wurmthiere oder Helminthen. Einaxige und zweiſeitige Grundform. Nervenſyſtem. Urwürmer. Plattwürmer. Rundwürmer. Moosthiere. Räderthiere. Sternwürmer. Mantelthiere.

Meine Herren! Das natürliche Syſtem der Organismen, welches wir ebenſo im Thierreich wie im Pflanzenreich zunächſt als Leitfaden für unſere genealogiſchen Unterſuchungen benutzen müſſen; iſt hier wie dort erſt neueren Urſprungs, und weſentlich durch die Fortſchritte unſeres Jahrhunderts in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie bedingt. Die Claſſificationsverſuche des vorigen Jahrhunderts bewegten ſich faſt ſämmtlich noch in der Bahn des künſtlichen Syſtems, welches zuerſt Karl Linné in ſtrengerer Form aufgeſtellt hatte. Das künſtliche Syſtem unterſcheidet ſich von dem

natürlichen weſentlich dadurch, daß es nicht die geſammte Organiſation und die innere, auf der Stammverwandtſchaft beruhende Formverwandtſchaft zur Grundlage der Eintheilung macht, ſondern nur einzelne und dazu meiſt noch äußerliche, leicht in die Augen fallende Merkmale. So unterſchied Linné ſeine 24 Claſſen des Pflanzenreichs weſentlich nach der Zahl, Bildung und Verbindung der Staubgefäße. Ebenſo unterſchied derſelbe im Thierreiche ſechs Claſſen weſentlich nach der Beſchaffenheit des Herzens und des Blutes. Dieſe ſechs Claſſen waren: 1. die Säugethiere; 2. die Vögel; 3. die Amphibien; 4. die Fiſche; 5. die Inſecten und 6. die Würmer.

Dieſe ſechs Thierclaſſen Linnés ſind aber keineswegs von gleichem Werthe, und es war ſchon ein wichtiger Fortſchritt, als Lamarck zu Ende des vorigen Jahrhunderts die vier erſten Claſſen als Wirbelthiere (Vertebrata) zuſammenfaßte, und dieſen die übrigen Thiere, die Inſecten und Würmer Linné's, als eine zweite Hauptabtheilung, als Wirbelloſe (Invertebrata) gegenüberſtellte. Eigentlich griff Lamarck damit auf den Vater der Naturgeſchichte, auf Ariſtoteles zurück, welcher dieſe beiden großen Hauptgruppen bereits unterſchieden, und die erſteren Blutthiere (Enaema), die letzteren Blutloſe (Anaema), genannt hatte.

Den nächſten großen Fortſchritt zum natürlichen Syſtem des Thierreichs thaten einige Decennien ſpäter zwei der verdienſtvollſten Zoologen, George Cuvier und Carl Ernſt Baer. Wie ſchon früher erwähnt wurde, ſtellten dieſelben faſt gleichzeitig, und unabhängig von einander, die Behauptung auf, daß mehrere grundverſchiedene Hauptgruppen im Thierreich zu unterſcheiden ſeien, von denen jede einen ganz eigenthümlichen Bauplan oder Typus beſitze. In jeder dieſer Hauptabtheilungen giebt es eine baumförmig verzweigte Stufenleiter von ſehr einfachen und unvollkommenen bis zu höchſt zuſammengeſetzten und entwickelten Formen. Der Ausbildungsgrad innerhalb eines jeden Typus iſt ganz unabhängig von dem eigenthümlichen Bauplan, der dem Typus als beſonderer Charakter zu Grunde liegt. Dieſer „Typus" wird durch das eigenthüm-

liche Lagerungsverhältniß der wichtigſten Körpertheile und die Verbindungsweiſe der Organe beſtimmt. Der Ausbildungsgrad dagegen iſt abhängig von der mehr oder weniger weitgehenden Arbeitstheilung oder Differenzirung der Plaſtiden und Organe. Dieſe außerordentlich wichtige und fruchtbare Idee begründete Baer auf die individuelle Entwickelungsgeſchichte der Thiere, während Cuvier ſich bloß an die Reſultate der vergleichenden Anatomie hielt. Doch erkannte weder dieſer noch jener die wahre Urſache jenes merkwürdigen Verhältniſſes. Dieſe wird uns erſt durch die Deſcendenztheorie enthüllt. Sie zeigt uns, daß der gemeinſame Typus oder Bauplan durch die Vererbung, der Grad der Ausbildung oder Sonderung dagegen durch die Anpaſſung bedingt iſt.

Sowohl Cuvier als Baer unterſcheiden im Thierreich vier verſchiedene Typen oder Baupläne und theilen daſſelbe dem entſprechend in vier große Hauptabtheilungen (Zweige oder Kreiſe) ein. Die erſte von dieſen wird durch die Wirbelthiere (Vertebrata) gebildet, welche die vier erſten Claſſen Linné's umfaſſen: die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fiſche. Den zweiten Typus bilden die Gliederthiere (Articulata), welche die Inſecten Linné's, alſo die eigentlichen Inſecten, die Tauſendfüße, Spinnen und Krebſe, außerdem aber auch einen großen Theil der Würmer, insbeſondere die gegliederten Würmer, enthalten. Die dritte Hauptabtheilung umfaßt die Weichthiere (Mollusca): die Kracken, Schnecken, Muſcheln, und einige verwandte Gruppen. Der vierte und letzte Kreis des Thierreichs endlich iſt aus den verſchiedenen Strahlthieren (Radiata) zuſammengeſetzt, welche ſich auf den erſten Blick von den drei vorhergehenden Typen durch ihre „ſtrahlige", blumenähnliche Körperform unterſcheiden. Während nämlich bei den Weichthieren, Gliederthieren und Wirbelthieren der Körper aus zwei ſymmetriſch-gleichen Seitenhälften beſteht, aus zwei Gegenſtücken oder Antimeren, von denen das eine das Spiegelbild des anderen darſtellt, ſo iſt dagegen bei den ſogenannten Strahlthieren der Körper aus mehr als zwei, gewöhnlich vier, fünf oder ſechs Gegenſtücken zuſammengeſetzt, welche wie bei

einer Blume um eine gemeinſame Hauptaxe gruppirt ſind. So auffallend dieſer Unterſchied zunächſt auch erſcheint, ſo iſt er doch im Grunde nur untergeordnet, und keineswegs hat die „Strahlform“ bei allen „Strahlthieren“ dieſelbe Bedeutung.

Die Aufſtellung dieſer natürlichen Hauptgruppen, Typen oder Kreiſe des Thierreichs durch Cuvier und Baer war der größte Fortſchritt in der Claſſification der Thiere ſeit Linné. Die drei Gruppen der Wirbelthiere, Gliederthiere und Weichthiere ſind ſo naturgemäß, daß ſie noch heutzutage in wenig verändertem Umfang beibehalten werden. Dagegen mußte die ganz unnatürliche Vereinigung der Strahlthiere bei genauerer Erkenntniß alsbald aufgelöſt werden. Zuerſt wies Leuckart 1848 nach, daß darunter zwei grundverſchiedene Typen vermiſcht ſeien, nämlich einerſeits die Sternthiere (Echinoderma): die Seeſterne, Seelilien, Seeigel und Seegurken; andrerſeits die Pflanzenthiere (Coelenterata oder Zoophyta): die Schwämme, Polypen, Korallen, Schirmquallen und Kammquallen.

Schon vorher (1845) hatte der ausgezeichnete Münchener Zoologe Siebold die Infuſionsthierchen oder Infuſorien mit den Wurzelfüßern oder Rhizopoden in einer beſonderen Hauptabtheilung als Urthiere (Protozoa) vereinigt. Dadurch ſtieg die Zahl der thieriſchen Typen oder Kreiſe auf ſechs. Endlich wurde dieſelbe noch dadurch um einen ſiebenten Typus vermehrt, daß die neueren Zoologen die Hauptabtheilung der Gliederthiere oder Articulaten in zwei Gruppen trennten, einerſeits die mit gegliederten Beinen verſehenen Gliederfüßer (Arthropoda), welche den Inſecten im Sinne Linné's entſprechen, nämlich die eigentlichen (ſechsbeinigen) Inſecten, die Tauſendfüße, Spinnen und Krebſe; andrerſeits die fußloſen oder mit ungegliederten Füßen verſehenen Würmer (Vermes). Dieſe letzteren umfaſſen nur die eigentlichen Würmer (die Rundwürmer, Plattwürmer u. ſ. w.) und entſprechen daher keineswegs den Würmern im Sinne Linné's, welcher dazu auch noch die Weichthiere, Strahlthiere und viele andere niedere Thiere gerechnet hatte.

So wäre denn nach der Anschauung der neueren Zoologen, welche Sie fast in allen Hand- und Lehrbüchern der gegenwärtigen Thierkunde vertreten finden, das Thierreich aus sieben ganz verschiedenen Hauptabtheilungen oder Typen zusammengesetzt, deren jede durch einen charakteristischen, ihr ganz eigenthümlichen sogenannten Bauplan ausgezeichnet, und von jeder der anderen völlig verschieden ist. In dem natürlichen System des Thierreichs, welches ich Ihnen jetzt als den wahrscheinlichen Stammbaum desselben entwickeln werde, schließe ich mich im Großen und Ganzen dieser üblichen Eintheilung an, jedoch nicht ohne einige Modificationen, welche ich in Betreff der Genealogie für sehr wichtig halte, und welche unmittelbar durch unsere historische Auffassung der thierischen Formbildung bedingt sind.

Die sogenannten Urthiere (Protozoa), die Infusorien, Rhizopoden u. s. w. bilden keinen wahren „Typus". Sie sind überhaupt keine echten Thiere, sondern müssen in das neutrale Protistenreich gestellt werden. Damit wollen wir jedoch ihren verwandtschaftlichen Zusammenhang sowohl mit dem Thierreich, als mit dem Pflanzenreich keineswegs leugnen. Vielmehr ist es sicher, daß sowohl die echten, vielzelligen Thiere, als die echten, vielzelligen Pflanzen, ursprünglich von einzelligen Protisten abstammen. (Vergl. oben S. 396—402.)

Ueber den Stammbaum des Thierreiches erhalten wir (ebenso wie über denjenigen des Pflanzenreiches) offenbar die sichersten Aufschlüsse durch die vergleichende Anatomie und Ontogenie. Außerdem giebt uns auch über die historische Aufeinanderfolge vieler Gruppen die Paläontologie höchst schätzbare Auskunft. Zunächst können wir aus zahlreichen Thatsachen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie auf die gemeinsame Abstammung aller derjenigen Thiere schließen, die zu einem sogenannten „Typus" gehören. Denn trotz aller Mannichfaltigkeit in der äußeren Form, welche innerhalb jedes dieser Typen sich entwickelt, ist dennoch die Grundlage des inneren Baues, das wesentliche Lagerungsverhältniß der Körpertheile, welches den Typus bestimmt, so constant, bei allen Gliedern jedes Typus so

übereinſtimmend, daß man dieſelben eben wegen dieſer inneren Formverwandtſchaft im natürlichen Syſtem in einer einzigen Hauptgruppe vereinigen muß. Daraus folgt aber unmittelbar, daß dieſe Vereinigung auch im Stammbaum des Thierreichs ſtattfinden muß. Denn die wahre Urſache jener innigen Formverwandtſchaft kann nur die wirkliche Stammverwandtſchaft ſein. Wir können alſo vorläufig an dem wichtigen Satz feſthalten, daß alle Thiere, welche zu einem und demſelben Kreis oder Typus gehören, von einer und derſelben urſprünglichen Stammform abſtammen. Mit anderen Worten, der Begriff des Kreiſes oder Typus, wie er in der Zoologie ſeit Baer und Cuvier für die wenigen oberſten Hauptgruppen oder „Unterreiche“ des Thierreichs gebräuchlich iſt, fällt zuſammen mit dem Begriffe des Stammes oder Phylum, wie ihn die Deſcendenztheorie für die Geſammtheit derjenigen Organismen anwendet, welche höchſtwahrſcheinlich ſtammverwandt ſind und eine gemeinſame urſprüngliche Wurzel beſitzen.

Wenn wir nun aus den oben angeführten Gründen die ſogenannten „Urthiere“ oder Protozoen aus dem Thierreiche ausſchließen und in das Protiſtenreich verweiſen, ſo bleiben noch ſechs ſogenannte „Typen“ übrig, die wir demgemäß als eben ſo viele Stämme oder Phylen zu betrachten hätten. Hier tritt uns nun als zweites phylogenetiſches Problem die Frage entgegen: Wo kommen dieſe ſechs Thierſtämme her? Sind die ſechs urſprünglichen Stammformen derſelben ganz ſelbſtſtändigen Urſprungs, oder ſind auch ſie unter einander in entfernterem Grade blutsverwandt?

Anfänglich könnte man geneigt ſein, dieſe Frage in polyphyletiſchem Sinne dahin zu beantworten, daß für jeden der ſechs großen Thierſtämme mindeſtens eine ſelbſtſtändige und von den anderen gänzlich unabhängige Stammform angenommen werden muß. Allein bei eingehendem Nachdenken über dieſes ſchwierige Problem gelangt man doch ſchließlich zu der monophyletiſchen Ueberzeugung, daß auch dieſe ſechs Stammformen ganz unten an der Wurzel zuſammenhängen, daß auch ſie wieder von einer einzigen, gemeinſamen

Urform abzuleiten ſind. Auch im Thierreich, wie im Pflanzenreich, gewinnt bei näherer und eingehenderer Betrachtung die einſtämmige oder monophyletiſche Deſcendenz-Hypotheſe das Uebergewicht über die entgegengeſetzte, vielſtämmige oder polyphyletiſche Hypotheſe.

Vor Allem und in erſter Linie iſt es die vergleichende Keimesgeſchichte oder Ontogenie, welche uns zu dieſer monophyletiſchen Ueberzeugung von dem einheitlichen Urſprunge des ganzen Thierreichs (nach Ausſchluß der Protozoen oder Protiſten) führt. Der Zoologe, welcher die individuelle Entwickelungsgeſchichte der Thierſtämme denkend vergleicht und die Bedeutung des biogenetiſchen Grundgeſetzes begriffen hat (S. 361), wird ſich der Ueberzeugung nicht verſchließen, daß auch für die ſechs angeführten Thierſtämme eine gemeinſame Wurzelform angenommen werden kann, und daß alle Thiere mit Inbegriff des Menſchen auf eine einzige gemeinſame Stammform zurückgeführt werden können. Aus jenen ontogenetiſchen Thatſachen ergiebt ſich die nachſtehende phylogenetiſche Hypotheſe, welche ich in meinen „Studien zur Gaſtraea-Theorie“ [15]), in der „Anthropogenie“ [56]) ſowie in der „Philoſophie der Kalkſchwämme“ näher erläutert habe (Monographie der Kalkſchwämme, Band I, S. 464, 465 u. ſ. w. „Die Keimblätter-Theorie und der Stammbaum des Thierreichs“).

Die erſte Stufe des organiſchen Lebens bildeten auch im Thierreiche (wie im Pflanzenreiche und Protiſtenreiche) ganz einfache Moneren, durch Urzeugung entſtanden. Noch jetzt wird die einſtmalige Exiſtenz dieſes denkbar einfachſten Formzuſtandes dadurch bezeugt, daß die Eizelle der meiſten Thiere (— bald vor, bald nach eingetretener Befruchtung —) zunächſt ihren Kern verliert, ſomit auf die niedere Bildungsſtufe einer kernloſen Cytode zurückſinkt und dann einem Moner gleicht. Dieſen merkwürdigen Vorgang deute ich nach dem Geſetze der latenten Vererbung (S. 184) als einen phylogenetiſchen Rückſchlag der Zellenform in die urſprüngliche Cytodenform. Die Monerula, wie wir dieſe kernloſe Ei-Cytode nennen können, wiederholt nach dem biogenetiſchen Grundgeſetze noch heute die älteſte aller Lebensformen,

die gemeinſame Stammform aller Organismen, das Moner. (Vergl. S. 446 und Fig. 20 A, S. 448.)

Der zweite ontogenetiſche Vorgang beſteht darin, daß ſich in der Monerula ein neuer Kern bildet, und ſomit die kernloſe Ei-Cytode ſich auf's Neue zu dem Form-Werthe einer wahren Zelle erhebt. Dieſe Zelle iſt die Cytula, die Stammzelle oder die ſogenannte „erſte Furchungskugel". (Fig. 20 B, S. 448.) Dem entſprechend haben wir als die zweite phylogenetiſche Stammform des Thierreichs die einfache kernhaltige thieriſche Zelle oder das einzellige Urthier anzuſehen, welches noch heute in den Amoeben der Gegenwart uns lebendig vor Augen tritt. Gleich dieſen noch jetzt lebenden einfachen Amoeben, und gleich den nackten, davon nicht zu unterſcheidenden Eizellen vieler niederen Thiere (der Schwämme, Meduſen u. ſ. w.), waren auch jene uralten phyletiſchen Stamm-Amoeben ganz einfache nackte Zellen, die ſich mittelſt formwechſelnder Fortſätze kriechend in dem laurentiſchen Urmeere umherbewegten und auf dieſelbe Weiſe, wie die heutigen Amoeben, ernährten und fortpflanzten (vergl. S. 169 und 380). Die Exiſtenz dieſer einzelligen, einer Amoebe gleichen Stammform des ganzen Thierreichs wird unwiderleglich durch die höchſt wichtige Thatſache bewieſen, daß das unbefruchtete, wie das befruchtete Ei aller Thiere, vom Schwamm und vom Wurm bis zur Ameiſe und zum Menſchen hinauf eine einfache Zelle iſt.

Aus dem einzelligen Zuſtande entwickelte ſich in dritter Linie der einfachſte vielzellige Zuſtand, nämlich ein Haufen oder eine kleine Gemeinde von einfachen, gleichartigen Zellen. Noch jetzt entſteht bei der ontogenetiſchen Entwickelung jeder thieriſchen Eizelle durch wiederholte Theilung derſelben (durch die ſogenannte „Eifurchung") zunächſt ein kugeliger Haufen von gleichartigen nackten Zellen (vergl. Fig. 4, S. 170, und Fig. 20 C, D, E, S. 448). Wir nannten dieſen Zellenhaufen wegen ſeiner Aehnlichkeit mit einer Maulbeere oder Brombeere das Maulbeer-Stadium oder den Maulbeer-Keim (Morula). In allen verſchiedenen Thierſtämmen kehrt dieſer Morula-Körper in derſelben einfachen Geſtalt wieder, und gerade aus dieſem

wichtigen Umſtande können wir nach dem biogenetiſchen Grundgeſetze mit der größten Sicherheit ſchließen, daß auch die älteſte vielzellige Stammform des Thierreichs einer ſolchen Morula glich, und einen einfachen Haufen von lauter amoebenartigen, unter ſich gleichen Urzellen darſtellte. Wir wollen dieſe älteſte Amoeben-Geſellſchaft, dieſe einfachſte Thierzellen-Gemeinde, welche durch die Morula recapitulirt wird, Moraea oder Synamoebium nennen.

Aus dem Synamoebium entwickelte ſich weiterhin in früher laurentiſcher Urzeit eine vierte Stammform des Thierreichs, welche die Geſtalt einer Hohlkugel hatte, und die wir daher Kugelblaſe (Blastaea oder Planaea) nennen wollen. Dieſe Blastaea entſtand aus der Moraea dadurch, daß im Inneren des kugeligen Zellenhaufens ſich Flüſſigkeit anſammelte. Dadurch wurden die ſämmtlichen gleichartigen Zellen an die Oberfläche gedrängt und bildeten nunmehr als einfache Zellenſchicht die dünne Wand einer kugeligen Blaſe. Die amoeboiden Fortſätze der Zellen begannen ſich raſcher und regelmäßiger zu bewegen und verwandelten ſich in bleibende Flimmerhaare. Durch die Flimmerbewegung dieſer letzteren wurde der ganze vielzellige Körper in kräftigere und ſchnellere Bewegung verſetzt, und ging aus der kriechenden in die ſchwimmende Ortsbewegung über. Auf dieſe uralten phylogenetiſchen Vorgänge dürfen wir aus ſicheren ontogenetiſchen Thatſachen ſchließen. Denn in ganz derſelben Weiſe geht noch gegenwärtig bei der Keimung niederer Thiere aus den verſchiedenſten Thierſtämmen die Morula in eine flimmernde Larvenform über, welche bald Blaſtula, bald „Blaſtoſphära", Blaſenkeim oder Planula genannt wird. (Fig. 20 F, G, S. 448.) Dieſe Blaſtula iſt ein blaſenförmiger kugeliger Körper, welcher mittelſt Flimmerbewegung im Waſſer umherſchwimmt. Die dünne Wand der kugeligen, mit Flüſſigkeit gefüllten Blaſe beſteht aus einer einzigen Schicht von flimmernden Zellen, der ſogenannten Keimhaut (Blastoderma).

Aus der Blaſtula entwickelt ſich bei Thieren aller Stämme weiterhin zunächſt eine außerordentlich wichtige und intereſſante Thierform, welche ich in meiner Monographie der Kalkſchwämme mit dem Namen

Becherkeim oder Gastrula (d. h. Mageularve oder Darmlarve) belegt habe (Fig. 20 I, K, S. 448). Dieſe Gaſtrula gleicht äußerlich der Blaſtula, unterſcheidet ſich aber weſentlich dadurch von ihr, daß ihr innerer Hohlraum ſich durch eine Mündung nach außen öffnet und daß die Zellenwand deſſelben nicht einſchichtig, ſondern zweiſchichtig iſt. Die Gaſtrula entſteht aus der Blaſtula dadurch, daß die Wand der letzteren in das Innere eingeſtülpt wird (Fig. 20 H). Zuletzt berührt die eingeſtülpte Hälfte der Blaſe die andere Hälfte und der urſprüngliche Hohlraum (die „Keimhöhle“) verſchwindet. Der wichtige, durch die Einſtülpung entſtandene Hohlraum iſt der Urdarm oder „Urmagen“ (Protogaster), die erſte Anlage des ernährenden Darmcanals; ſeine Oeffnung iſt der Urmund (Prostoma oder Blastoporus), die erſte Mundöffnung. Die beiden Zellenſchichten der Darmwand, welche zugleich die Körperwand der hohlen Gaſtrula iſt, ſind die beiden primären Keimblätter: Hautblatt (Exoderma) und Darmblatt (Entoderma). Die höchſt wichtige Larvenform der Gaſtrula kehrt in derſelben Geſtalt in der Ontogeneſe von Thieren aller Stämme wieder: bei den Schwämmen, Meduſen, Korallen, Würmern, Mantelthieren, Sternthieren, Weichthieren, ja ſogar bei den niederſten Wirbelthieren (Amphioxus, vergl. Taf. XII, Fig. B 4; Ascidia, ebendaſelbſt Fig. A 4).

Aus der ontogenetiſchen Verbreitung der Gaſtrula bei den verſchiedenſten Thierclaſſen, von den Pflanzenthieren bis zu den Wirbelthieren hinauf, können wir nach dem biogenetiſchen Grundgeſetze mit Sicherheit den wichtigen Schluß ziehen, daß während der laurentiſchen Periode eine gemeinſame Stammform der ſechs Thierſtämme exiſtirte, welche im Weſentlichen der Gaſtrula gleichgebildet war, und welche wir Gastraea nennen wollen. Dieſe Gaſtraea beſaß einen ganz einfachen, kugeligen, eiförmigen oder länglich runden Körper, der eine einfache Höhle von gleicher Geſtalt, den Urdarm, umſchloß; an einem Pole der Längsaxe öffnete ſich der Urdarm durch einen Mund, der zur Nahrungsaufnahme diente. Die Körperwand (und zugleich Darmwand) beſtand aus zwei Zellenſchichten oder „Keimblättern“:

Entoderm oder Darmblatt, und Exoderm oder Hautblatt; durch die Flimmerbewegung des letzteren ſchwamm die Gaſtraea frei umher. Auch bei denjenigen höheren Thieren, bei denen die urſprüngliche Gaſtrula-Form in der Keimesgeſchichte durch gefälſchte oder abgekürzte Vererbung (S. 190) verloren gegangen iſt, hat ſich dennoch die Zuſammenſetzung des Gaſtraea-Körpers auf diejenige Keimform vererbt, die zunächſt aus der Morula entſteht. Dieſe Keimform iſt eine runde Scheibe, die auf einem kugeligen „Nahrungsdotter" aufliegt und aus zwei Zellenlagen oder Blättern beſteht. Die äußere Zellenſchicht, das animale oder dermale Keimblatt, entſpricht dem Exoderm der Gaſtraea; aus ihr entwickelt ſich die äußere Oberhaut (Epidermis) mit ihren Drüſen und Anhängen, ſo wie das Centralnervenſyſtem. Die innere Zellenſchicht, das vegetative oder gaſtrale Keimblatt, iſt urſprünglich das Entoderm der Gaſtraea; aus ihr entwickelt ſich die ernährende innere Haut (Epithelium) des Darmcanals und ſeiner Drüſen. (Vergl. meine „Anthropogenie" [55], Vortrag XVI.)

Wir hätten demnach durch die vergleichende Keimesgeſchichte für unſere Hypotheſe von der monophyletiſchen Deſcendenz des Thierreichs bereits fünf primordiale Entwickelungsſtufen gewonnen: 1) das Moner; 2) die Amoebe; 3) die Moraea; 4) die Blaſtaea und 5) die Gaſtraea. Die einſtmalige Exiſtenz dieſer fünf älteſten, auf einander folgenden Stammformen, welche im laurentiſchen Zeitalter gelebt haben müſſen, folgt unmittelbar aus dem biogenetiſchen Grundgeſetz, aus dem Parallelismus und dem mechaniſchen Cauſalzuſammenhang der Keimes- und Stammesgeſchichte (vgl. S. 449). Die vier erſten Formſtufen (die animalen Moneren, Amoeben, Moraeaden und Blaſtaeaden) würden ihrer einfachen Beſchaffenheit wegen noch zu den Protiſten zu rechnen oder als eigentliche Urthiere (Protozoa) an letztere anzuſchließen ſein. Mit der fünften Formſtufe hingegen, mit der Gaſtraea, beginnt das eigentliche Thierreich und damit eine weit höhere Organiſation. Ihre beiden Keimblätter bilden die urſprüngliche Grundlage für alle Organe des Thierkörpers.

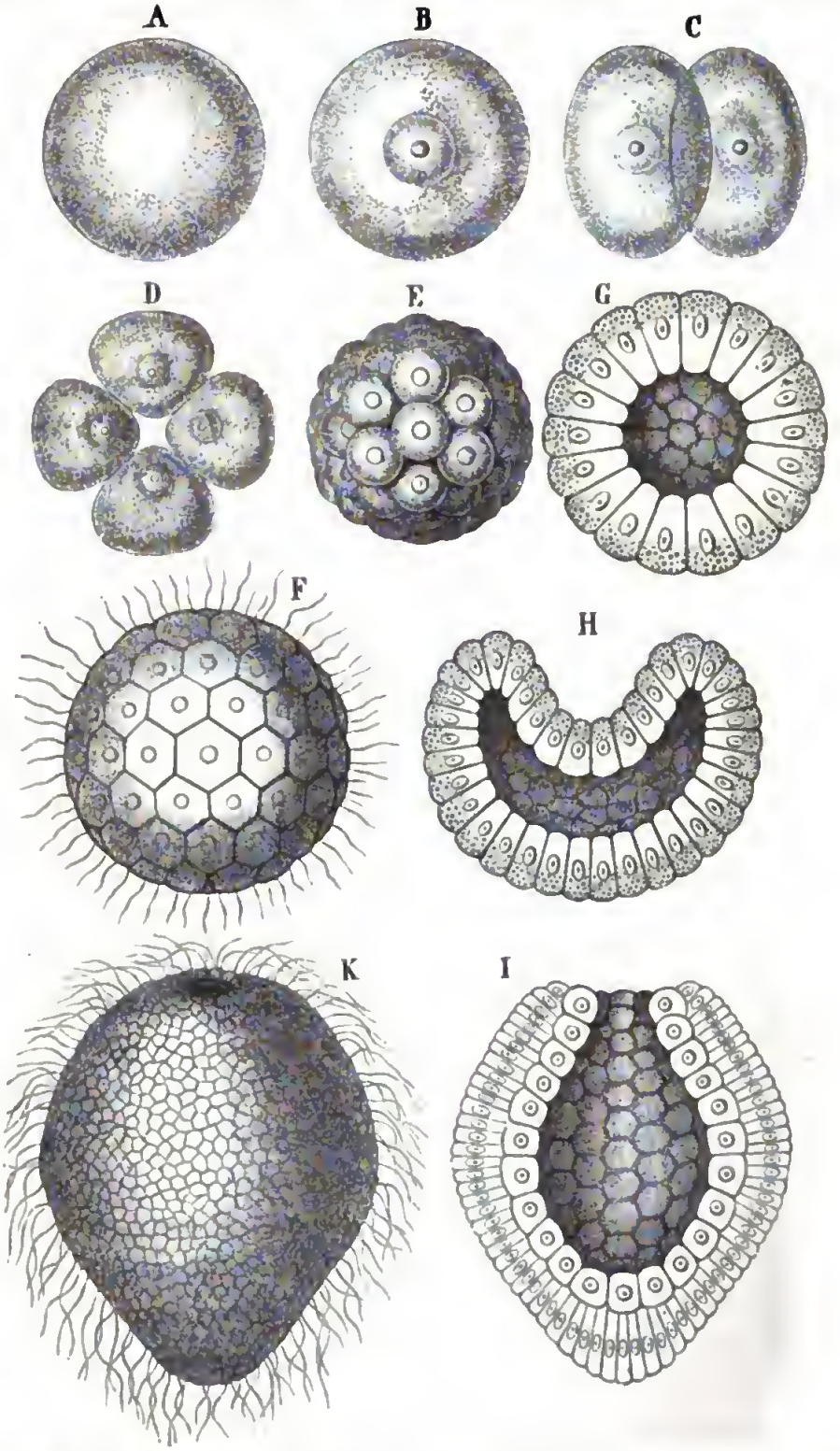


Fig. 20. Keimung einer Koralle (Monoxenia Darwinii). A Monerula. B Cytula. C, D. Theilung der Zelle. E. Morula. F, G. Blaſtula. H—K. Gaſtrula.

Formwerth der fünf erſten Entwickelungsſtufen des Thierkörpers, verglichen in der individuellen und phyletiſchen Entwickelung	**Ontogenesis.** Die fünf erſten Stufen der Keimes-Entwickelung	**Phylogenesis.** Die fünf erſten Stufen der Stammes-Entwickelung
Erſtes Entwickelungs-Stadium **Eine einfachſte Cytode** (Eine kernloſe Plaſtide)	1. **Monerula** Kernloſes Thier-Ei (der urſprüngliche Kern der befruchteten Eizelle iſt verſchwunden) Fig. 20 A	1. **Moneres** Aelteſte animale Moneren (durch Urzeugung entſtanden)
Zweites Entwickelungs-Stadium **Eine einfache Zelle** (Eine kernhaltige Plaſtide)	2. **Cytula** Stammzelle oder „Erſte Furchungskugel" Fig. 20 B.	2. **Amoeba** (oder Cytaea) Aelteſte animale Amoeben
Drittes Entwickelungs-Stadium **Eine ſolide Gemeinde** (ein dichtes Aggregat) **von gleichartigen einfachen Zellen**	3. **Morula** (Maulbeerkeim) Kugeliger Haufen von gleichartigen „Furchungskugeln" Fig. 20 E	3. **Moraea** (Synamoebium oder Amoebenſtock) Aelteſte Haufen von geſelligen gleichartigen Amoeben
Viertes Entwickelungs-Stadium Eine kugelige oder eiförmige, mit Flüſſigkeit gefüllte **Blaſe, deren dünne Wand aus einer einzigen Schicht von gleichartigen flimmernden Zellen beſteht**	4. **Blastula** (Blaſenkeim) Hohle blaſenförmige Larve (oder Embryo), deren dünne Wand aus einer einzigen Zellenſchicht beſteht Fig. 20 F, G	4. **Blastaea** (Flimmerſchwärmer) Hohles blaſenförmiges Urthier, deſſen dünne Wand aus einer einzigen flimmernden Zellenſchicht beſteht
Fünftes Entwickelungs-Stadium Ein kugeliger oder eiförmiger **Körper mit einfacher Darmhöhle und Mundöffnung: Darmwand aus zwei Blättern zuſammengeſetzt:** außen Exoderm (Hautblatt, Dermalblatt); innen Entoderm (Darmblatt, Gaſtralblatt)	5. **Gastrula** (Becherkeim) Vielzellige Larve mit Darm und Mund; Darmwand zweiblättrig (Urſprüngliche Keimform der Darmthiere) Fig. 20 I, K	5. **Gastraea** Vielzelliges Darmthier mit Darm und Mund; Darmwand zweiblättrig (Urſprüngliche Stammform aller echten Thiere: Darmthiere oder Metazoa)

Die phyletiſche Entwickelung der ſechs Thierſtämme, welche ſomit ſämmtlich von der Gaſtraea abſtammen, ſchlug von dieſem gemeinſamen Ausgangspunkte aus einen zweifach verſchiedenen Weg ein. Mit anderen Worten: die Gaſtraeaden (wie wir die durch den bleibenden Gaſtraea-Typus charakteriſirte Formen-Gruppe nennen können) ſpalteten ſich in zwei divergirende Linien oder Zweige. Der eine Zweig der Gaſtraeaden gab die freie Ortsbewegung auf, ſetzte ſich auf dem Meeresboden feſt, und wurde ſo zum Protascus, zu der gemeinſamen Stammform der Pflanzenthiere (Zoophyta). Der andre Zweig der Gaſtraeaden behielt die freie Ortsbewegung bei, ſetzte ſich nicht feſt, und entwickelte ſich weiterhin zur Prothelmis, der gemeinſamen Stammform der Wurmthiere (Helminthes).

Dieſer letztere Stamm (in dem Umfang, wie ihn heutzutage die moderne Zoologie begrenzt) iſt phylogenetiſch vom höchſten Intereſſe. Unter den Würmern nämlich finden ſich, wie wir nachher ſehen werden, neben ſehr zahlreichen eigenthümlichen Thierfamilien und neben vielen ſelbſtſtändigen Claſſen auch einzelne ſehr merkwürdige Thierformen, welche als unmittelbare Uebergangsformen zu den vier höheren Thierſtämmen betrachtet werden können. Sowohl die vergleichende Anatomie als die Ontogenie dieſer Würmer läßt uns in ihnen die nächſten Blutsverwandten derjenigen ausgeſtorbenen Thiere erkennen, welche die urſprünglichen Stammformen der vier höheren Thierſtämme waren. Dieſe letzteren, die Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere und Wirbelthiere, ſtehen mithin unter einander in keiner näheren Blutsverwandtſchaft, ſondern ſind an vier verſchiedenen Stellen aus dem Stamme der Würmer entſprungen.

Wir gelangen demnach auf Grund der vergleichenden Anatomie und Ontogenie zu demjenigen monophyletiſchen Stammbaum des Thierreichs, deſſen Grundzüge auf S. 453 dargeſtellt ſind. Hiernach ſind die Phylen oder Stämme des Thierreichs genealogiſch von ſehr verſchiedenem Werthe. Die urſprüngliche Stammgruppe des ganzen Thierreichs bildete eine Abtheilung von Protiſten, die ſoge-

nannten Urthiere (Protozoa). Aus dieſen Protozoen entwickelte ſich die bedeutungsvolle Stammform der Gaſtraea, und aus dieſer entſprangen als zwei divergirende Aeſte die beiden Stämme der Pflanzenthiere (Zoophyta) und der Würmer (Vermes). Aus vier verſchiedenen Gruppen des Würmerſtammes entwickelten ſich die vier höheren Thierſtämme: einerſeits die Sternthiere (Echinoderma) und Gliederthiere (Articulata), andererſeits die Weichthiere (Mollusca) und Wirbelthiere (Vertebrata). Im Gegenſatz zu den darmloſen Urthieren (Protozoa), die niemals Keimblätter bilden, kann man alle übrigen Thiere mit Darm und mit zwei Keimblättern unter dem Namen Darmthiere (Metazoa) zuſammenfaſſen. Logiſch richtiger iſt es, die „Urthiere" ganz aus dem Thierreiche zu entfernen und in das Protiſtenreich zu ſtellen.

Nachdem wir ſo den monophyletiſchen Stammbaum des Thierreichs in ſeinen wichtigſten Grundzügen feſtgeſtellt haben, wenden wir uns zu einer näheren Betrachtung der hiſtoriſchen Entwickelung, welche die ſechs Stämme des Thierreichs und die darin zu unterſcheidenden Claſſen eingeſchlagen haben. Die Zahl dieſer Claſſen iſt im Thierreiche viel größer als im Pflanzenreiche, ſchon aus dem einfachen Grunde, weil der Thierkörper, entſprechend ſeiner viel mannichfaltigeren und vollkommneren Lebensthätigkeit, ſich in viel mehr verſchiedenen Richtungen differenziren und vervollkommnen konnte. Während wir daher das ganze Pflanzenreich in ſechs Hauptclaſſen und achtzehn Claſſen eintheilen konnten, müſſen wir unter den ſechs Stämmen des Thierreichs wenigſtens zwanzig Hauptclaſſen und vierzig bis fünfzig Claſſen unterſcheiden. (Vergl. S. 452.)

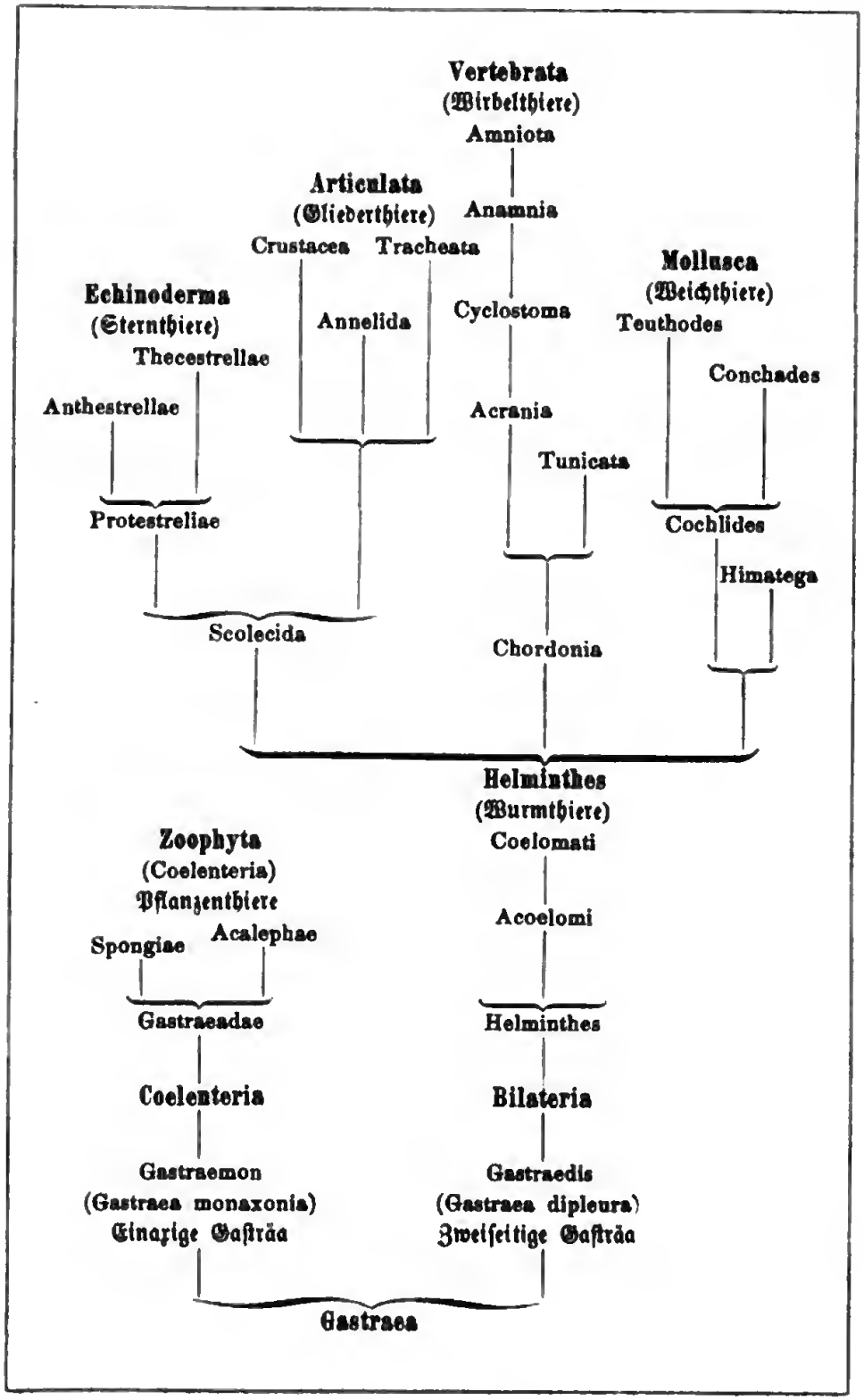
Unter den ſechs Hauptgruppen der echten Thiere oder Metazoen tritt zunächſt der Hauptſtamm der Pflanzenthiere allen übrigen, allen Bilaterien oder zweiſeitigen Thieren gegenüber. Bald werden dieſe Pflanzenthiere mit dem älteren Namen Zoophyta oder Phytozoa, bald mit dem neueren Namen Coelenterata oder Coelenteria bezeichnet. Man kann unter den Pflanzenthieren drei Hauptclaſſen unterſcheiden: die Urdarmthiere (Gastraeadae), die Schwammthiere (Spongiae) und die Neſſelthiere (Acalephae oder Cnidariae).

TAYLOR INST. OXFORD

Syſtematiſche Ueberſicht

über die 20 Hauptclaſſen und 40 Claſſen des Thierreichs.

Stämme des Thierreichs.	Hauptclaſſen des Thierreichs.	Claſſen des Thierreichs.	Syſtematiſcher Name der Thierclaſſen.
A. Pflanzenthiere Zoophyta (*Coelenteria*)	I. Gastraeadae	1. Urdarmthiere	1. Gastraeadae
	II. Spongiae	2. Schwämme	2. Spongiae
	III. Acalephae	3. Polypen	3. Hydrusae
		4. Schirmquallen	4. Medusae
		5. Staatsquallen	5. Siphonophorae
		6. Kammquallen	6. Ctenophorae
		7. Korallen	7. Coraila
B. Wurmthiere Helminthes (*Vermes*)	IV. Acoelomi	8. Urwürmer	8. Archelminthes
		9. Plattwürmer	9. Plathelminthes
	V. Scolecida	10. Rundwürmer	10. Nemateiminthes
		11. Räderthiere	11. Rotatoria
		12. Sternwürmer	12. Gephyrea
	VI. Himatega	13. Mosthiere	13. Bryozoa
		14. Armfüßer	14. Brachiopoda
	VII. Tunicata	15. Mantelthiere	15. Tunicata
C. Weichthiere Mollusca (*Malacia*)	VIII. Conchades	16. Muſcheln	16. Acephala
	IX. Cochlides	17. Schnecken	17. Cochlides
	X. Teuthodes	18. Kracken	18. Cephalopoda
D. Sternthiere Echinoderma (*Estrellae*)	XI. Protestrellae	19. Seeſterne	19. Asteriae
	XII. Anthestrellae	20. Seeſtrahlen	20. Ophiurae
		21. Seelilien	21. Crinoida
	XIII. Thecestrellae	22. Seeknospen	22. Biastoida
		23. Seeigel	23. Echinida
		24. Seegurken	24. Holothuriae
E. Gliederthiere Articulata (*Arthrozoa*)	XIV. Annelida	25. Egel	25. Hirudinea
		26. Borſtenwürmer	26. Chaetopoda
	XV. Crustacea	27. Krebsthiere	27. Carides
		28. Schildthiere	28. Aspides
	XVI. Tracheata	29. Urluftröhrer	29. Protracheata
		30. Tauſendfüßer	30. Myriapoda
		31. Spinnen	31. Arachnida
		32. Inſecten	32. Insecta
F. Wirbelthiere Vertebrata (*Spondylia*)	XVII. Acrania	33. Schädelloſe	33. Acrania
	XVIII. Cyclostoma	34. Rundmäuler	34. Cyclostoma
	XIX. Anamnia	35. Fiſche	35. Plsces
		36. Lurchfiſche	36. Dipneusta
		37. Lurche	37. Amphibia
	XX. Amniota	38. Schleicher	38. Reptilia
		39. Vögel	39. Aves
		40. Säugethiere	40. Mammalia


Vertebrata
(Wirbelthiere)
Amniota
Articulata
(Gliederthiere)
Anamnia
Crustacea
Tracheata
Mollusca
(Weichthiere)
Echinoderma
(Sternthiere)
Annelida
Cyclostoma
Teuthodes
Thecestrellae
Conchades
Anthestrellae
Acrania
Tunicata
Protestreliae
Cochlides
Himatega
Scolecida
Chordonia
Helminthes
(Wurmthiere)
Coelomati
Zoophyta
(Coelenteria)
Pflanzenthiere
Acoelomi
Spongiae
Acalephae
Gastraeadae
Helminthes
Coelenteria
Bilateria
Gastraemon
(Gastraea monaxonia)
Einaxige Gaſträa
Gastraedis
(Gastraea dipleura)
Zweiſeitige Gaſträa
Gastraea

Die ältesten Zoophyten sind die Gastraeaden, an die sich sowohl die niedersten Spongien, als auch die niedersten Acalephen unmittelbar anschließen. Die höheren Formen der Pflanzenthiere gehen dagegen weit auseinander und entfernen sich ebenso weit von den Bilaterien.

Bei allen Bilaterien, d. h. bei allen echten Thieren, nach Ausschluß der Pflanzenthiere und Urthiere, besteht der individuelle Körper (— die Person —) ursprünglich aus zwei symmetrisch gleichen Hälften, den Gegenstücken oder Antimeren; die rechte Hälfte ist das Spiegelbild der linken. Bei den Pflanzenthieren hingegen ist das nicht der Fall. Bei den Nesselthieren ist der Körper „strahlig oder radiär", aus mindestens vier Paar Antimeren zusammengesetzt; bei den Schwammthieren und Urdarmthieren können überhaupt noch keine Antimeren unterschieden werden. Ferner werden bei fast allen Bilaterien (— nur die niedrigsten Formen ausgenommen —) die vier verschiedenen Functionen der Ernährungsthätigkeit: Verdauung, Blutumlauf, Athmung und Ausscheidung, durch vier ganz verschiedene Organsysteme bewerkstelligt, durch den Darm, das Blutgefäßsystem, die Athmungsorgane und die Harnapparate. Bei den Pflanzenthieren dagegen sind diese Functionen und ihre Organe noch nicht getrennt, und sie werden sämmtlich durch ein einziges System von Ernährungscanälen vertreten, durch das sogenannte Gastrocanalsystem oder den coelenterischen Darmgefäßapparat. Der Mund, welcher zugleich After ist, führt in einen Magen, in welchen die übrigen Hohlräume des Körpers offen einmünden. Die Leibeshöhle oder das Coelom, welches den höheren vier Thierstämmen zukommt, fehlt den Zoophyten noch völlig, ebenso das Blutgefäßsystem und das Blut, ebenso Athmungsorgane, Nieren u. s. w.

Alle Pflanzenthiere leben im Wasser, die meisten im Meere. Nur sehr wenige leben im süßen Wasser, nämlich die Süßwasserschwämme (Spongilla) und einige Urpolypen (Hydra, Cordylophora). Eine Probe von den zierlichen blumenähnlichen Formen, welche bei den Pflanzenthieren in größter Mannichfaltigkeit vorkommen, giebt Taf. VII (S. 456). Die reichste Fülle von prächtigen und wunder-

vollen Gestalten finden wir namentlich in der Hauptclasse der Nesselthiere, unter denen die festsitzenden Polypen und Corallen einerseits, die frei schwimmenden Medusen, Siphonophoren und Ctenophoren andererseits um den Preis der Schönheit wetteifern.

Von den drei Hauptclassen oder Stammästen der Pflanzenthiere zeichnen sich die Nesselthiere durch die eigenthümlichen Nesselorgane ihrer Haut aus; die Schwämme hingegen durch ihre charakteristischen Hautporen; die Urdarmthiere besitzen weder die Nesselorgane der ersteren, noch die Hautporen der letzteren. Ferner finden wir bei den Nesselthieren meistens um den Mund herum einen Kranz von Fühlern oder Tentakeln, die sowohl zum Tasten, wie zum Greifen als Fangarme dienen. Diese Tentakeln fehlen sowohl den Schwammthieren wie den Urdarmthieren.

Die erste Hauptclasse der Zoophyten, die kleine Gruppe der Urdarmthiere (Gastraeadae), ist aus den oben angeführten Gründen als die gemeinsame ursprüngliche Stammgruppe nicht allein aller Pflanzenthiere, sondern überhaupt aller echten Thiere zu betrachten. Denn bei allen echten Thieren oder Metazoen beginnt ja die individuelle Entwickelung des Körpers mit der Bildung einer wahren Gastrula. Aus dieser höchst wichtigen Thatsache müssen wir nach dem biogonetischen Grundgesetze den Schluß ziehen, daß die gemeinsame, uralte, längst ausgestorbene Stammform des Thierreichs, die Gastraea, jener Gastrula im Wesentlichen gleich gebildet war: ein einfacher, länglich runder, becherförmiger Körper mit einer Axe, dessen Magenhöhle durch einen Mund nach außen geöffnet und dessen Wand aus zwei Zellenschichten, den beiden primären Keimblättern, zusammengesetzt war (Fig. 20 I, K, S. 448). Außer dieser schwimmenden hypothetischen Gastraea müssen wir aber zu den Gastraeaden auch noch einige merkwürdige lebende Pflanzenthiere von einfachster Organisation rechnen, die Cyemarien und Physemarien.

Die Cyemarien oder Dicyemiden, mit der einzigen Gattung Dicyema, sind kleine Seethiere, welche schmarotzend in den Nieren der Cephalopoden oder Kracken leben. Wie Eduard van Beneden

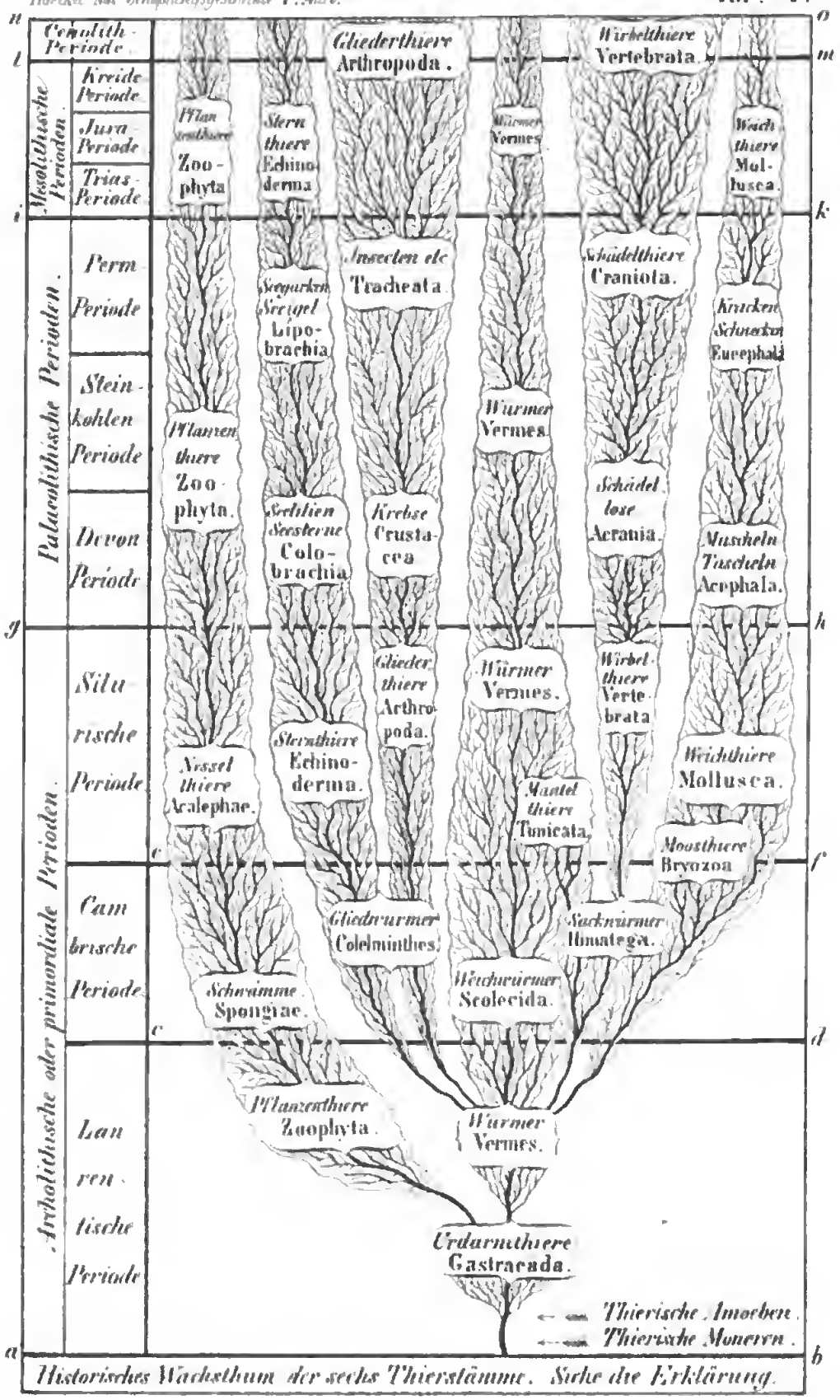
Syſtematiſche Ueberſicht

über die Hauptclaſſen und Claſſen der Pflanzenthiere.

Hauptclaſſen der Pflanzenthiere.	Charactere der Hauptclaſſen.	Claſſen (oder Unterclaſſen).	Eine Gattung als Beiſpiel.
I. Urdarmthiere Gastraeadae	Pflanzenthiere ohne Hautporen und ohne Neſſelzellen (Grundform einaxig).	1. Gastraemones	Gastraea
		2. Cyemaria	Dicyema
		3. Protascones	Protascus
		4. Physemaria	Haliphysema
II. Schwämme Spongiae oder Porifera	Pflanzenthiere mit Hautporen, ohne Neſſelzellen (Grundform einaxig).	1. Myxospongiae	Archispongia
		2. Calcispongiae	Olynthus
		3. Ceraspongiae	Euspongia
		4. Rhaphispongiae	Spongilla
		5. Phtoeospongiae	Geodia
		6. Hyalospongiae	Euplectella
III. Neſſelthiere Acalephae oder Cnidariae	Pflanzenthiere ohne Hautporen, mit Neſſelzellen (Grundform ſtrahlig oder kreuzaxig).	1. Hydrusae	Hydra
		2. Medusae	Aurelia
		3. Siphonophorae	Physalia
		4. Ctenophorae	Cydippe
		5. Coralia	Actinia

neuerlich gezeigt hat, ſind dieſelben als eine eigenthümliche Claſſe oder Ordnung der Gaſtraeaden zu betrachten, ausgezeichnet dadurch, daß eine große Entoderm-Zelle den ganzen Magenraum erfüllt.

Die Phyſemarien gleichen der Ascula, der feſtſitzenden Jugendform der Spongien und Acalephen. Da ſowohl die Schwammthiere als die Neſſelthiere bei ihrer Entwickelung aus dem Ei eine echte Gaſtrula-Form durchlaufen, und da die niederſten Repräſentanten beider Hauptclaſſen der entſprechenden phylogenetiſchen Stamm-



Historisches Wachsthum der sechs Thierstämme. Siehe die Erklärung.

Digitized by Google

form der Gastraea noch sehr nahe stehen, so ist vorläufig die Hypothese gestattet, daß beide Hauptclassen aus einer und derselben ausgestorbenen Stammform entsprungen seien. Diese hypothetische Stammform würde der Protascus sein, der im Grunde Nichts Anderes ist, als eine festgesetzte Gastraea. Ihre frühere Existenz wird wahrscheinlich durch die Ascula, jene ontogenetische Entwickelungs-Form, welche sowohl bei den Schwammthieren wie bei den Nesselthieren zunächst aus der Gastrula hervorgeht. Nachdem nämlich diese Gastrula eine Zeitlang im Wasser umhergeschwommen ist, sinkt sie zu Boden und setzt sich daselbst fest. Die Ascula, wie wir diese festsitzende Jugendform nennen, ist ein einfacher Schlauch, dessen Höhle (die Magenhöhle oder Darmhöhle) sich an dem oberen (der basalen Ansatzstelle entgegengesetzten) Pole der Längsaxe durch einen Mund nach außen öffnet. Der ganze Körper ist hier gewissermaßen noch Magen oder Darm, wie bei der Gastrula. Die Wand des Schlauches, die Körperwand und zugleich Darmwand der Ascula ist, besteht aus zwei Zellenschichten oder Blättern, einem flimmerndem Entoderm oder Darmblatt (entsprechend dem inneren oder vegetativen Keimblatt der höheren Thiere) und einem nicht flimmernden Exoderm oder Hautblatt (entsprechend dem äußeren oder animalen Keimblatt der höheren Thiere). Freilich ist die Art und Weise der Ascula-Bildung bei den Schwammthieren und Nesselthieren etwas verschieden, und es können daraus auch Gründe für die entgegengesetzte Hypothese abgeleitet werden, daß Schwammthiere und Nesselthiere unabhängig von einander aus verschiedenen Gastraeaden entsprungen sind.

Sowohl die frei umherschwimmende Gastraea als auch der festsitzende Protascus werden während der laurentischen Periode durch zahlreiche verschiedene Gattungen und Arten vertreten gewesen sein, die wir alle in der Zoophyten-Classe der Gastraeaden zusammenfassen können. Als einen letzten, wenig veränderten Ueberrest dieser Gastraeaden-Classe können wir die heute noch lebenden Gattungen Haliphysema und Gastrophysema betrachten, die ich als Classe der Schlauchthiere (Physemaria) bezeichne. Eine genaue Beschreibung

und Abbildung dieſer merkwürdigen Phyſemarien habe ich in meinen „Studien zur Gaſtraea-Theorie“ gegeben (III. Die Phyſemarien, Gaſtraeaden der Gegenwart. Taf. IX—XIV. 1876.) [15]). Es ſind einfache Schläuche von 1—3 Millimeter Länge, die auf dem Meeresboden feſtſitzen. Eine kurze, an der Mundöffnung befindliche Geißelſpirale ſtrudelt die Nahrung in die einfache Magenhöhle hinein, deren Wand aus zwei Zellenſchichten, den beiden primären Keimblättern beſteht. Das äußere Keimblatt oder Exoderma bildet ein Skelet aus Sandkörnchen und anderen fremden Körpern; das innere Keimblatt iſt ein Geißel-Epithel, das zur Ernährung dient.

Dieſen Phyſemarien noch ſehr nahe ſtehen die einfachſten Formen der ächten Schwämme oder Schwammthiere, Spongiae oder Porifera. Sie unterſcheiden ſich weſentlich nun dadurch, daß die Magenwand von zahlreichen feinen Hautlöchern oder Poren durchbohrt iſt. Alle Schwämme (— nicht zu verwechſeln mit den Pilzen, S. 417 —) leben im Meere, mit einziger Ausnahme des grünen Süßwaſſer-Schwammes (Spongilla). Lange Zeit galten dieſe Thiere für Pflanzen, ſpäter für Protiſten; in den meiſten Lehrbüchern werden ſie noch jetzt zu den Urthieren gerechnet. Seitdem ich jedoch die Entwickelung derſelben aus der Gaſtrula und den Aufbau ihres Körpers aus zwei Keimblättern (wie bei allen höheren Thieren) nachgewieſen habe, erſcheint ihre nahe Verwandtſchaft mit den Phyſemarien und Neſſelthieren, (und zunächſt mit den Hydrapolypen), endgültig begründet. Insbeſondere hat der Olynthus, den ich als die gemeinſame Stammform der Kalkſchwämme betrachte, hierüber vollſtändigen und ſicheren Aufſchluß gegeben.

Die mannichfaltigen, aber noch wenig unterſuchten Thierformen, welche in der Poriferen-Claſſe vereinigt ſind, laſſen ſich auf ſechs Ordnungen vertheilen. Die erſte Ordnung bilden die weichen, gallertigen Schleimſchwämme (Myxospongiae), welche ſich durch den Mangel aller harten Skelet-Theile auszeichnen. Dahin gehören einerſeits die Stammformen der ganzen Claſſe, als deren Typus uns Archispongia gilt, andrerſeits die weichen Gallertſchwämme (Halisarca). Das Por-

trät der Archiſpongia, des älteſten Urſchwammes, erhalten wir, wenn wir uns aus dem Olynthus die dreiſtrahligen Kalknadeln entfernt denken.

Die zweite Ordnung der Spongien enthält die Hornſchwämme (Ceraspongiae), deren weicher Körper durch ein feſtes, faſeriges Skelet geſtützt wird. Dieſes Faſer-Skelet beſteht aus einem Gerüſte von ſogenannten „Hornfaſern", aus einer ſchwer zerſtörbaren und ſehr elaſtiſchen organiſchen Subſtanz. Am reinſten und gleichmäßigſten iſt dieſes Hornfaſer-Geflecht bei unſerem gewöhnlichen Badeſchwamme (Euspongia officinalis), deſſen gereinigtes Skelet wir jeden Morgen zum Waſchen benutzen. Bei anderen Hornſchwämmen werden Sandkörner und andere fremde Körper bei der Bildung der Hornfaſern in dieſen abgelagert, bei anderen Kieſelnadeln.

An dieſe letzteren ſchließen ſich unmittelbar die Nadelſchwämme an (Raphispongiae). Bei dieſen beſteht das Skelet größtentheils aus einfachen Kieſelnadeln, bald mit, bald ohne Hornſubſtanz. Dahin gehört die große Gruppe der Halichondrien, ſowie der Süßwaſſerſchwamm (Spongilla).

Eine vierte Ordnung bilden die ſchönen Glasſchwämme (Hyalospongiae oder Hexactinellae). Ihr Skelet beſteht aus ſechsſtrahligen Kieſelnadeln, welche oft zu einem äußerſt zierlichen Gitterwerke verflochten ſind, ſo namentlich bei dem berühmten „Venusblumenkorb" (Euplectella).

Durch dreiſtrahlige oder vierſtrahlige Kieſelnadeln ſind die Rindenſchwämme oder Ankerſchwämme ausgezeichnet (Phlaeospongiae). Die Syſtematik dieſer, wie der vorhergehenden Kieſelſchwämme, iſt von beſonderem Intereſſe für die Deſcendenz-Theorie, wie zuerſt Oscar Schmidt, der beſte Kenner dieſer Thiergruppe, nachgewieſen hat. Kaum irgendwo läßt ſich die unbegrenzte Biegſamkeit der Species-Form und ihr Verhältniß zur Anpaſſung und Vererbung ſo einleuchtend Schritt für Schritt verfolgen; kaum irgendwo läßt ſich die Species ſo ſchwer abgrenzen und definiren.

In noch höherem Maße als von den großen Ordnungen der Kieſelſchwämme, gilt dieſer Satz von der kleinen, aber höchſt inter-

eſſanten Ordnung der Kalkſchwämme (Calcispongiae), über welche ich 1872 nach eingehenden fünfjährigen Unterſuchungen eine ausführliche Monographie veröffentlicht habe.[30]) Die ſechzig Tafeln Abbildungen, welche dieſe Monographie begleiten, erläutern die außerordentliche Formbiegſamkeit dieſer kleinen Spongien, bei denen man von „guten Arten“ im Sinne der gewöhnlichen Syſtematik überhaupt nicht ſprechen kann. Hier giebt es nur ſchwankende Formen-Reihen, welche ihre Species-Form nicht einmal auf die nächſten Nachkommen rein vererben, ſondern durch Anpaſſung an untergeordnete äußere Exiſtenz-Bedingungen unaufhörlich abändern. Hier kommt es ſogar häufig vor, daß aus einem und demſelben Stocke verſchiedene Arten hervorwachſen, welche in dem üblichen Syſteme zu mehreren ganz verſchiedenen Gattungen gehören; ſo z. B. bei der merkwürdigen Ascometra. Die ganze äußere Körper-Geſtalt iſt bei den Kalkſchwämmen noch viel biegſamer und flüſſiger als bei den Kieſelſchwämmen, von welchen ſie ſich durch den Beſitz von Kalknadeln unterſcheiden, die ein zierliches Skelet bilden. Mit der größten Sicherheit läßt ſich aus der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Kalkſchwämme die gemeinſame Stammform der ganzen Gruppe erkennen, der ſchlauchförmige Olynthus. Aus dem Olynthus hat ſich zunächſt die Unter-Ordnung der Asconen entwickelt, aus welchen die beiden anderen Unter-Ordnungen der Kalkſchwämme, die Leuconen und Syconen, erſt ſpäter als divergirende Zweige hervorgegangen ſind. Innerhalb dieſer Unter-Ordnungen läßt ſich wiederum die Deſcendenz der einzelnen Formen Schritt für Schritt verfolgen. So beſtätigen die Kalkſchwämme in jeder Beziehung den ſchon früher von mir ausgeſprochenen Satz: „Die ganze Naturgeſchichte der Spongien iſt eine zuſammenhängende und ſchlagende Beweisführung für Darwin.“[30])

Viel formenreicher, mannichfaltiger und höher entwickelt als die Spongien und Gaſtraeaden, iſt die dritte Hauptclaſſe der Pflanzenthiere, die Neſſelthiere (Acalephae oder Cnidariae). Wir unterſcheiden in dieſer Hauptclaſſe folgende fünf Claſſen: 1. Die Polypen (Hydrusae), 2. die Schirmquallen (Medusae), 3. die Staats-

quallen (Siphonophorae), 4. die Kammquallen (Ctenophorae) und 5. die Korallen (Coralla). Als die gemeinſame Stammform der ganzen Gruppe iſt die längſt ausgeſtorbene Archydra zu betrachten, ein kleiner mariner „Urpolyp", welcher in den beiden noch heute lebenden Süßwaſſer-Polypen (Hydra und Cordylophora) zwei nahe Verwandte hinterlaſſen hat. Die Archydra war den Phyſemarien und den einfachſten Spongien-Formen (Archispongia und Olynthus) wahrſcheinlich ſehr nahe verwandt, und unterſchied ſich von ihnen weſentlich wohl nur durch den Beſitz der Neſſelorgane und den Mangel der Hautporen. Aus der Archydra entwickelten ſich zunächſt die verſchiedenen Hydroid-Polypen, von denen einige zu den Stammformen der Korallen, andere zu den Stammformen der Meduſen wurden. Aus verſchiedenen Zweigen der letzteren entwickelten ſich ſpäter die Siphonophoren und Ctenophoren.

Die Neſſelthiere unterſcheiden ſich von den Schwämmen, mit denen ſie in der charakteriſtiſchen Bildung des ernährenden Canalſyſtems weſentlich übereinſtimmen, insbeſondere durch den Mangel der Hautporen, ſowie durch den beſtändigen Beſitz der Neſſelorgane. Das ſind kleine, mit Gift gefüllte Bläschen, welche in großer Anzahl, meiſt zu vielen Millionen, in der Haut der Neſſelthiere vertheilt ſind. Sie dienen als Waffen, indem ſie bei Berührung aus derſelben hervortreten und ihren giftigen Inhalt entleeren.

Als die älteſte und niederſte unter den fünf Claſſen der Neſſelthiere iſt diejenige der kleinen Polypen (Hydrusae) zu betrachten. Sie unterſcheiden ſich von einem Protascus oder einer feſtſitzenden Gaſtraea weſentlich nur durch ihre Neſſelorgane und durch einen Kranz von Fühlern oder Tentakeln, der den Mund umgiebt. Wenige leben iſolirt als einzelne Perſonen; die meiſten bilden durch Knospung Stöckchen, die aus vielen Perſonen zuſammengeſetzt ſind. Solche finden ſich überall auf dem Meeresboden feſtgewachſen und gleichen zierlichen Bäumchen. Die niederſten und einfachſten Angehörigen dieſer Claſſe ſind die kleinen Süßwaſſerpolypen (Hydra und Cordylophora). Wir können ſie als die wenig veränderten Nachkommen jener uralten

Urpolypen (Archydrae) anſehen, welche während der Primordialzeit der ganzen Abtheilung der Neſſelthiere den Urſprung gaben. Der merkwürdige, überall in unſeren Teichen verbreitete gemeine Süßwaſſerpolyp (Hydra) gehört wegen ſeines einfachen typiſchen Baues und wegen ſeiner großen Theilungsfähigkeit zu den intereſſanteſten niederen Thieren.

Die zweite Klaſſe der Neſſelthiere bilden die ſchönen Schirmquallen oder Meduſen (Medusae). (Taf. VII, Fig. 8—12.) Sie ſind in allen Meeren verbreitet und erſcheinen oft an der Oberfläche ſchwimmend in ungeheuren Schwärmen. Die meiſten Schirmquallen haben die Form einer Glocke, eines Hutpilzes oder eines Regenſchirms, von deſſen Rand viele zarte und lange Fangfäden herabhängen. Sie gehören zu den ſchönſten und intereſſanteſten Bewohnern des Meeres. Einige erreichen eine anſehnliche Größe, bis zu einem Meter Durchmeſſer. Dabei beſteht aber ihr durchſichtiger, glasartiger Körper kaum aus einem Prozent thieriſcher Subſtanz, aus 99—99½ Procent Seewaſſer. Ihre merkwürdige Lebensgeſchichte, insbeſondere der verwickelte Generationswechſel der Polypen und Meduſen, liefert uns ſehr wichtige Zeugniſſe für die Wahrheit der Abſtammungslehre. Denn aus den Eiern der Meduſen entſtehen meiſtens nicht wieder Meduſen, ſondern vielmehr Polypen der vorigen Claſſe (Tubularien und Campanarien). Dieſe letzteren aber treiben Knospen, die ſich ablöſen und zu Meduſen werden. Wie nun durch dieſen „Generationswechſel" noch jetzt täglich Meduſen aus Polypen entſtehen, ſo iſt auch urſprünglich phylogenetiſch die frei ſchwimmende Meduſenform aus der feſtſitzenden Polypenform hervorgegangen.

Aus der Claſſe der Schirmquallen hat ſich als eine dritte Claſſe der Neſſelthiere diejenige der prächtigen Staatsquallen entwickelt (Siphonophora). Das ſind ſchwimmende Colonien oder Stöcke von Meduſen, die durch Arbeitstheilung eine außerordentlich verſchiedenartige Form angenommen haben. (Vergl. Taf. VII, Fig. 13 und deren Erklärung unten im Anhang, ſowie meinen Aufſatz über „Arbeitstheilung in Natur und Menſchenleben".)[50]

Aus einem anderen Zweige der Schirmquallen hat sich wahrscheinlich die vierte Classe der Nesselthiere, die eigenthümliche Abtheilung der Kammquallen (Ctenophorae) entwickelt. Diese Quallen, welche oft auch Rippenquallen oder Gurkenquallen genannt werden, besitzen einen gurkenförmigen Körper, welcher, gleich dem Körper der meisten Schirmquallen, krystallhell und durchsichtig wie geschliffenes Glas ist. Ausgezeichnet sind die Kammquallen oder Rippenquallen durch ihre eigenthümlichen Bewegungsorgane, nämlich acht Reihen von rudernden Wimperblättchen, die wie acht Rippen von einem Ende der Längsaxe (vom Munde) zum entgegengesetzten Ende verlaufen. Von den beiden Hauptabtheilungen derselben haben sich die Engmündigen (Stenostoma) wohl erst später aus den Weitmündigen (Eurystoma) entwickelt. (Vergl. Taf. VII, Fig. 16.)

Eine fünfte Classe der Nesselthiere endlich bilden die schönen Korallen (Coralla). Auch diese stammen, gleich allen anderen Akalephen, von Polypen oder Hydrusen ab. Gleich den drei vorigen Classen leben auch die Korallen ausschließlich im Meere und sind namentlich in den wärmeren Meeren durch eine Fülle von zierlichen und bunten blumenähnlichen Gestalten vertreten. Sie heißen daher auch Blumenthiere (Anthozoa). Die meisten sind auf dem Meeresboden festgewachsen und enthalten ein inneres Kalkgerüste. Viele von ihnen erzeugen durch fortgesetztes Wachsthum so gewaltige Stöcke, daß ihre Kalkgerüste die Grundlage ganzer Inseln bilden; so die berühmten Korallen-Riffe und Atolle der Südsee, über deren merkwürdige Formen wir erst durch Darwin[13]) aufgeklärt worden sind. Die Gegenstücke oder Antimeren, d. h. die gleichartigen Hauptabschnitte des Körpers, welche strahlenförmig vertheilt um die mittlere Hauptaxe des Körpers herumstehen, sind bei den Korallen bald zu vier, bald zu sechs, bald zu acht vorhanden. Danach unterscheiden wir als drei Legionen die vierzähligen (Tetracoralla), die sechszähligen (Hexacoralla) und die achtzähligen Korallen (Octocoralla). Die vierzähligen Korallen bilden die gemeinsame Stammgruppe der Classe, aus welcher

ſich die ſechszähligen und achtzähligen als zwei divergirende Aeſte entwickelt haben. (Vergl. meine „Arabiſchen Korallen", 1876.)[27])

Die tiefe Kluft, welche die formenreiche Stammgruppe der Pflanzenthiere von allen übrigen echten Thieren trennt, iſt aus den ſchon angedeuteten Gründen (S. 454) ſo bedeutend, daß wir dieſe letzteren ſämmtlich als Bilateria, d. h. „zweiſeitige oder zweihälftige Thiere", jenen erſteren gegenüber ſtellen können. Bei allen dieſen Bilaterien — d. h. alſo bei allen Wurmthieren, Weichthieren, Sternthieren, Gliederthieren und Wirbelthieren — beſteht der Körper urſprünglich, wie beim Menſchen, aus zwei Seitenhälften (Gegenſtücken oder Antimeren), welche ſymmetriſch gleich ſind. Die rechte Hälfte oder das rechte Antimer iſt das Gegenſtück der linken. In beiden Hälften finden ſich dieſelben Organe, in derſelben Verbindung und in gleicher relativer, aber entgegengeſetzter abſoluter Lagerung. Daher wird bei allen dieſen Bilaterien (— im Gegenſatze zu den Pflanzenthieren —) die Lagerung aller Körpertheile durch drei Richtaxen oder Euthynen beſtimmt: Längsaxe, Pfeilaxe und Queraxe. Die Längsaxe oder Hauptaxe geht der Länge nach durch den Körper der Perſon hindurch, vom vorderen „Mundpol" zum hinteren „Gegenmundpol". Die Pfeilaxe oder Dickenaxe (Dorſoventralaxe) geht von oben nach unten, vom Rückenpol zum Bauchpol. Die Queraxe oder Seitenaxe endlich (Lateralaxe) geht quer durch den Körper hindurch, vom rechten zum linken Pol. Dieſe letztere Axe iſt gleichpolig, während die beiden erſteren ungleichpolig ſind. Daher finden wir bei allen Bilaterien oder zweihälftigen Thieren urſprünglich den Gegenſatz von Rechts und Links, von Rücken und Bauch, während dieſer Gegenſatz den Pflanzenthieren oder Coelenterien noch fehlt. Die tiefe Kluft, welche dadurch zwiſchen den Coelenterien und Bilaterien beſteht, geht bis zur gemeinſamen Stammform der Gaſtraea hinab. Aus wichtigen Gründen der vergleichenden Entwicklungsgeſchichte dürfen wir annehmen, daß ſchon die Gaſtraea-Ahnen der Bilaterien jene zweiſeitige Grundform erworben hatten, während ſie den Gaſtraea-Ahnen der Coelenterien noch fehlte. (Vergl. S. 453.)

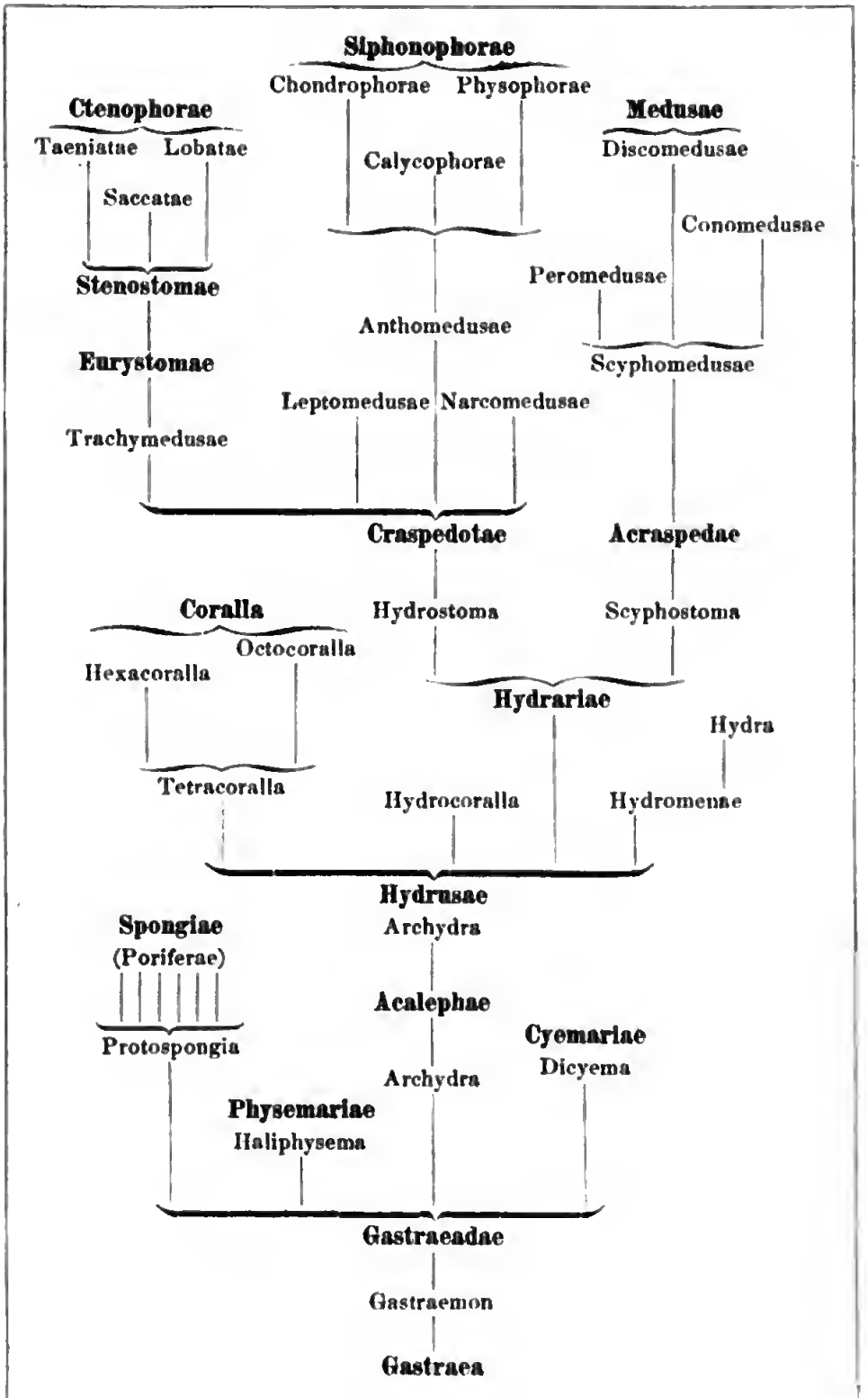
Offenbar ſteht dieſer wichtige Unterſchied in urſächlichem Zuſammenhang mit der urſprünglichen Bewegungsweiſe beider Hauptgruppen des Thierreichs. Die älteſten Formen der Pflanzenthiere oder Coelenterien ſetzten ſich feſt auf dem Meeresboden, oder ſie bewegten ſich frei ſchwimmend im Meere, ohne beſtimmte Richtung. Sie behielten in Folge deſſen die einaxige Grundform bei, wie ſie urſprünglich ihre Stammform, die einaxige Gaſtraea (Gastraea monaxonia) beſaß; oder ſie erwarben eine kreuzaxige, ſtrahlige oder radiale Grundform. Die zweiſeitigen Thiere oder Bilaterien hingegen bewegten ſich von Anfang an, ſchwimmend im Meere oder kriechend auf dem Meeresboden, in einer beſtimmten Richtung, die ſich gleich blieb. Dadurch wurde der urſprünglich einaxige Körper ihrer Gaſtraea-Ahnen zweiſeitig, und ſchon die älteſte gemeinſame Stammform aller Bilaterien muß dieſe zweiſeitige Grundform erworben haben; ſchon ſie beſaß jene charakteriſtiſchen drei Richtaxen und war ſomit eine zweiſeitige oder richtaxige Gaſtraea (Gastraea dipleura).

Die fünf Stämme oder Phylen des Thierreichs, welche wir demgemäß als Bilaterien zuſammenfaſſen, unterſcheiden ſich in erſter Linie ſehr auffallend durch die Beſchaffenheit des wichtigſten aller Organe, des Seelen-Organs oder Central-Nervenſyſtems. Bei den Wurmthieren (Helminthes) hat daſſelbe die urſprüngliche Beſchaffenheit beibehalten, wie wir ſie bei der älteſten Stammgruppe der Bilaterien vorausſetzen müſſen. Es iſt ein ſogenanntes Urhirn (Protoganglion), ein einfacher Nervenknoten, von welchem Fäden ausſtrahlen, und welcher wegen ſeiner Lage oberhalb des Mundes oder Schlundes auch oft als „Oberſchlundknoten“ (Ganglion suprapharyngeum) bezeichnet wird. Dieſes Urhirn hat ſich urſprünglich aus einer Scheitelplatte, aus der Außenfläche des Hautblattes der Gastraea dipleura, der Stammform der Bilaterien entwickelt. Bei den meiſten Wurmthieren behält dieſes Urhirn ſeine urſprüngliche einfache Beſchaffenheit bei, und nur bei wenigen hat es ſich weiter entwickelt zu einem einfachen „Schlundring“.

Syſtematiſche Ueberſicht

über die Claſſen und Ordnungen der Neſſelthiere (Acalephae).

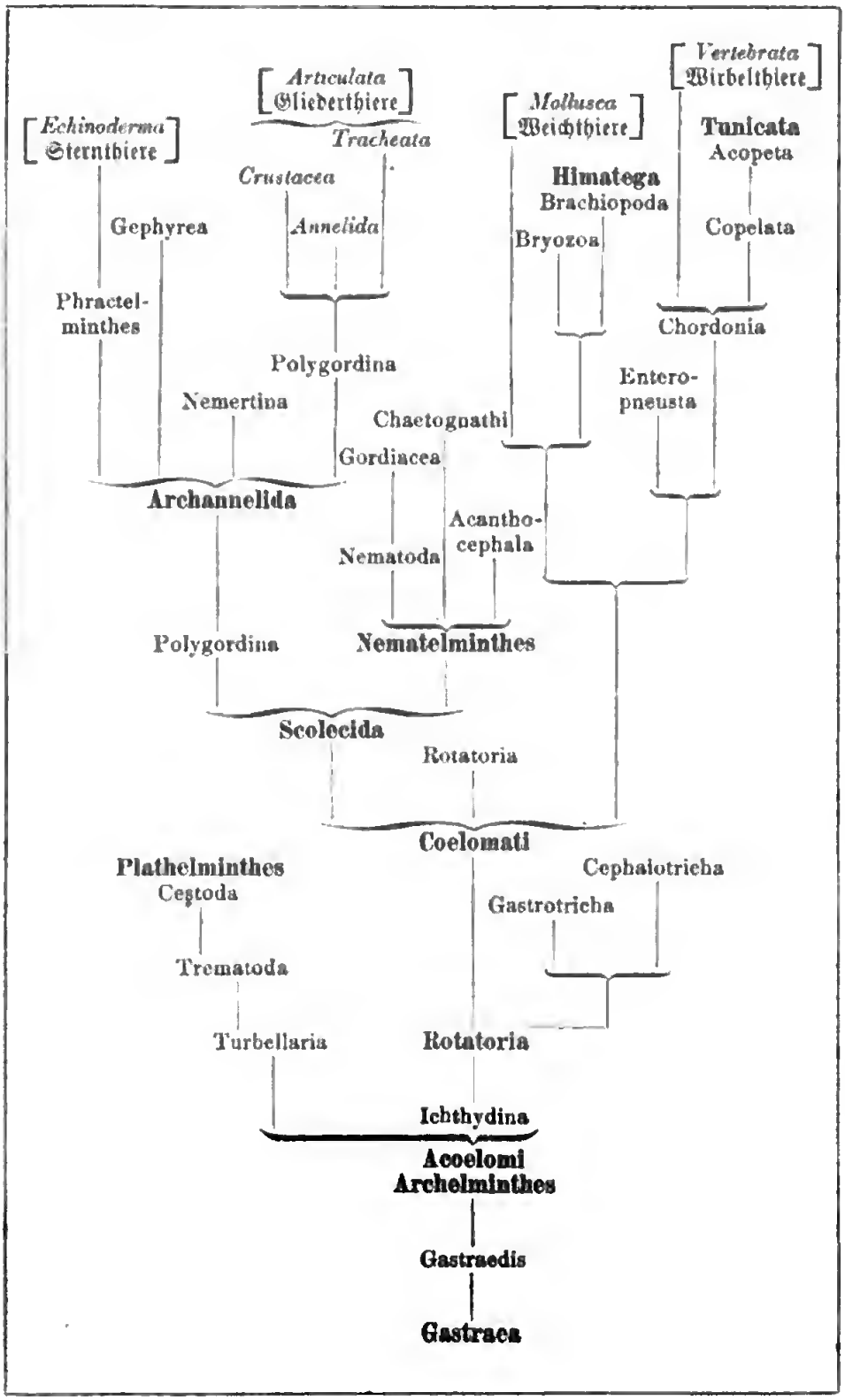
Claſſen der Neſſelthiere	Legionen der Neſſelthiere	Ordnungen der Neſſelthiere	Eine Gattung als Beiſpiel
I. Polypen Hydrusae	1. Hydropolypen *Hydromenae*	1. Hydrariae	Hydra
		2. Sertulariae	Plumularia
	2. Korallpolypen *Hydrocoralla*	3. Milleporidae	Millepora
		4. Stylasteridae	Stylaster
II. Schirmquallen Medusae	3. Schleierquallen *Craspedotae (Aphacellae)*	5. Anthomedusae	Codonium
		6. Leptomedusae	Aequorea
		7. Trachymedusae	Aglaura
		8. Narcomedusae	Aegina
	4. Lappenquallen *Acraspedae (Phacellotae)*	9. Scyphomedusae	Lucernaria
		10. Peromedusae	Periphylla
		11. Conomedusae	Charybdea
		12. Discomedusae	Aurelia
III. Staatsquallen Siphonophorae	5. Knorpelquallen *Chondrophorae*	13. Velellidae	Velella
	6. Blaſenquallen *Physophorae*	14. Agalmidae	Agalma
		15. Rhizophysidae	Rhizophysa
	7. Kelchquallen. *Calycophorae*	16. Hippopodinae	Hippopodius
		17. Diphyidae	Diphyes
IV. Kammquallen Ctenophorae	8. Weitmündige *Eurystomae*	18. Beroidae	Beroe
	9. Engmündige *Stenostomae*	19. Saccatae	Cydippe
		20. Lobatae	Eucharis
		21. Taeniatae	Cestum
V. Korallen Anthozoa	10. Vierſtrahlige Korallen *Tetracoralla*	22. Corallarcha	Protocorallium
		23. Rugosa	Stauria
	11. Achtſtrahlige Korallen *Octocoralla*	24. Alcyonida	Alcyonium
		25. Tubulosa	Tubipora
		26. Gorgonida	Eucorallium
		27. Pennatulida	Pennatula
	12. Sechsſtrahlige Korallen *Hexacoralla*	28. Antipatharia	Antipathes
		29. Halirhoda	Actinia
		30. Perforata	Madrepora
		31. Eporosa	Astraea


Siphonophorae
Chondrophorae
Physophorae
Ctenophorae
Taeniatae
Lobatae
Calycophorae
Medusae
Discomedusae
Saccatae
Conomedusae
Stenostomae
Peromedusae
Anthomedusae
Eurystomae
Scyphomedusae
Leptomedusae
Narcomedusae
Trachymedusae
Craspedotae
Acraspedae
Coralla
Hydrostoma
Scyphostoma
Octocoralla
Hexacoralla
Hydrariae
Hydra
Tetracoralla
Hydrocoralla
Hydromenae
Hydrusae
Spongiae
(Poriferae)
Archydra
Acalephae
Cyemariae
Protospongia
Dicyema
Archydra
Physemariae
Haliphysema
Gastraeadae
Gastraemon
Gastraea

Syſtematiſche Ueberſicht

über die Claſſen und Ordnungen der Wurmthiere (Helminthes).

Hauptclaſſen der Wurmthiere	Claſſen der Wurmthiere	Ordnungen der Wurmthiere	Eine Gattung als Beiſpiel
I. Acoelomier *Acoelomia*	1. Urwürmer *Archelminthes*	Gastraedina	Gastraedis †
		Prothelminthes	Prothelmis †
	2. Plattwürmer *Plathelminthes*	Turbellaria	Planaria
		Trematoda	Distoma
		Cestoda	Taenia
II. Scoleciden *Scolecida*	3. Räderthiere *Rotatoria*	Gastrotricha	Ichthydium
		Cephalotricha	Trochozoon
	4. Rundwürmer *Nemathelminthes*	Nematoda	Trichina
		Gordiacea	Gordius
		Acanthocephala	Echinorhynchus
	5. Pfeilwürmer *Chaetognathi*	Sagittina	Sagitta
	6. Rüſſelwürmer *Rhynchocoela*	Enteropneusta	Balanoglossus
		Nemertina	Nemertes
	7. Urringelwürmer *Archannelida*	Polygordina	Polygordius
		Phracthelminthes	Crossopodia
	8. Sternwürmer *Gephyrea*	Liogephyrae	Sipunculus
		Trachygephyrae	Echinrus
III. Himategen *Himatega*	9. Mosthiere *Bryozoa*	Endoprocta	Loxosoma
		Ectoprocta	Alcyonella
	10. Armfüßler *Brachiopoda*	Ecardines	Linguia
		Testicardines	Terebratula
IV. Tunicaten *Tunicata*	11. Chordawürmer *Copelata*	Chordonia	Chordotus †
		Appendiculariae	Oecoplenra
	12. Tonnenwürmer *Acopeta*	Ascidiae	Phallusia
		Luciae	Pyrosoma
		Cyclomyaria	Dolliolum
		Thaliadae	Salpa


[Vertebrata Wirbelthiere]
[Articulata Gliederthiere]
[Mollusca Weichthiere]
Tunicata
Acopeta
[Echinoderma Sternthiere]
Tracheata
Himatega
Brachiopoda
Crustacea
Gephyrea
Annelida
Bryozoa
Copelata
Phractel-minthes
Chordonia
Polygordina
Entero-pneusta
Nemertina
Chaetognathi
Gordiacea
Archannelida
Acantho-cephala
Nematoda
Nematelminthes
Polygordina
Scolecida
Rotatoria
Coelomati
Plathelminthes
Cestoda
Cephalotricha
Gastrotricha
Trematoda
Turbellaria
Rotatoria
Ichthydina
Acoelomi
Archelminthes
Gastraedis
Gastraea

Hingegen hat bei den vier höheren oder typiſchen Thierſtämmen das Nervencentrum eine weitere Entwicklung und höhere Ausbildung erfahren, und zwar für jeden Stamm in einer ganz charakteriſtiſchen Weiſe. Bei den Weichthieren (Mollusca) finden wir ein Ringmark oder einen Doppel-Schlundring, indem das Urhirn durch zwei, den Schlund umfaſſende und hinter einander gelegene Ringe mit zwei anderen Nervenknoten verbunden iſt, durch den vorderen Schlundring mit dem Fußknoten (Ganglion pedale), durch den hinteren Schlundring mit dem Kiemenknoten (Ganglion branchiale). Die Sternthiere (Echinoderma) zeichnen ſich aus durch ihr Sternmark, d. h. einen eckigen Schlundring, von deſſen Ecken mehrere (mindeſtens fünf) Markſtämme auf der Bauchſeite ausſtrahlen. Die Gliederthiere wiederum (Articulata) beſitzen das charakteriſtiſche Bauchmark mit Schlundring, welches bei allen drei Hauptklaſſen der Gliederthiere, bei den Ringelthieren, Kruſtenthieren und Luftrohrthieren, überall in derſelben Form ſich erhält: eine Kette von zahlreichen Nervenknoten auf der Bauchſeite (— in jedem Gliede ein Knotenpaar —); und alle dieſe Bauchknoten hängen durch ein paar Längs-Nervenſtämme zuſammen und ſind vorn durch einen Schlundring mit dem Urhirn verbunden. Die Wirbelthiere endlich (Vertebrata) ſind charakteriſirt durch ihr Rückenmark, eine mächtige ſtrangförmige, innerlich gegliederte Nervenmaſſe, welche längs der Rückenſeite des Wirbelthierkörpers ſich erſtreckt und als eine eigenthümliche Fortbildung des Urhirns zu betrachten iſt.

Wie in dieſer wichtigen Beſchaffenheit des Seelen-Organs oder Central-Nervenſyſtems, ſo beſitzt auch in den meiſten anderen Grundverhältniſſen des Körperbaues jeder der fünf Bilaterienſtämme ſeine charakteriſtiſchen Eigenthümlichkeiten. Trotzdem aber ſcheinen ſie doch alle fünf unter ſich zuſammenzuhängen. Denn die Organiſation jedes der vier höheren oder typiſchen Thierſtämme können wir phylogenetiſch ableiten aus derjenigen der Wurmthiere oder Helminthen. Die Wurmthiere ſind die Stammgruppe aller Bilaterien. Dieſe formenreiche Stammgruppe hat ſich theils zu ſehr verſchiedenen und

ganz ſelbſtſtändigen Würmerklaſſen entwickelt, theils aber in die urſprünglichen Wurzelformen der vier höheren Phylen umgebildet. Jedes der letzteren können wir uns bildlich als einen hochſtämmigen Baum vorſtellen, deſſen Stamm uns in ſeiner Verzweigung die verſchiedenen Claſſen, Ordnungen, Familien u. ſ. w. repräſentirt. Das Phylum der Würmer dagegen würden wir uns als einen niedrigen Buſch oder Strauch zu denken haben, aus deſſen Wurzel eine Maſſe von ſelbſtſtändigen Zweigen nach verſchiedenen Richtungen hin emporſchießen. Aus dieſem dicht verzweigten niedrigen Buſche, deſſen meiſte Zweige abgeſtorben ſind, erheben ſich vier hohe, viel verzweigte Stämme. Das ſind die vier höheren Phylen, die Sternthiere und Gliederthiere, Weichthiere und Wirbelthiere. Nur unten an der Wurzel ſtehen dieſe vier Stämme durch die gemeinſame Stammgruppe des Würmerſtammes mit einander in entfernter Verbindung.

Die außerordentlichen Schwierigkeiten, welche die Syſtematik der Wurmthiere oder Würmer ſchon aus dieſem Grunde darbietet, werden nun aber dadurch noch ſehr geſteigert, daß wir faſt gar keine verſteinerten Reſte von ihnen beſitzen. Die allermeiſten Würmer beſaßen und beſitzen noch heute einen ſo weichen Leib, daß ſie keine charakteriſtiſchen Spuren in den neptuniſchen Erdſchichten hinterlaſſen konnten. Wir ſind daher auch hier wieder vorzugsweiſe auf die Schöpfungsurkunden der vergleichenden Anatomie und Ontogenie angewieſen, wenn wir den äußerſt ſchwierigen Verſuch unternehmen wollen, in das Dunkel des Würmer-Stammbaums einige hypothetiſche Streiflichter fallen zu laſſen. Ich will jedoch ausdrücklich hervorheben, daß dieſe Skizze, wie alle ähnlichen Verſuche, nur einen ganz proviſoriſchen Werth beſitzt.

Die zahlreichen Claſſen, welche man im Stamme der Würmer unterſcheiden kann, und welche faſt jeder Zoologe in anderer Weiſe nach ſeinen ſubjectiven Anſchauungen gruppirt und umſchreibt, zerfallen zunächſt in zwei weſentlich verſchiedene Gruppen oder Hauptclaſſen, welche ich (in meiner Monographie der Kalkſchwämme[50]) als Acoelomen und Coelomaten unterſchieden habe. Alle die niederen

Würmer nämlich, welche man in der Classe der Plattwürmer (Platthelminthes) zusammenfaßt (die Strudelwürmer, Saugwürmer, Bandwürmer) unterscheiden sich sehr auffallend von den übrigen Würmern dadurch, daß sie noch gar kein Blut und keine Leibeshöhle (kein Coelom) besitzen. Wir nennen sie deshalb Acoelomi. Die wahre Leibeshöhle oder das Coelom fehlt ihnen noch eben so vollständig, wie den sämmtlichen Pflanzenthieren; sie schließen sich in dieser wichtigen Beziehung unmittelbar an letztere an. Hingegen besitzen alle übrigen Wurmthiere (gleich den vier höheren Thierstämmen) eine wahre Leibeshöhle und ein damit zusammenhängendes Blutgefäß-System, mit Blut gefüllt; wir fassen sie daher als Coelomati zusammen. Unter diesen Coelomaten unterscheiden wir wieder als drei Hauptclassen die Scolecida, Himatega und Tunicata.

Die Hauptclasse der blutlosen Würmer (Acoelomi) enthält nach unserer phylogenetischen Auffassung außer den heute noch lebenden Plattwürmern auch die unbekannten ausgestorbenen Stammformen des ganzen Helminthen-Stammes, welche wir Urwürmer (Archelminthes) nennen wollen. Der Typus dieser Urwürmer, die uralte Prothelmis, läßt sich unmittelbar von der Gastraea, und zwar von der zweiseitigen Gastraea-Form (Gastraedis) ableiten (S. 449). Noch heute kehrt die Gastrula-Form, das getreue historische Porträt der Gastraea, als vorübergehende Larvenform in der Keimesgeschichte der verschiedensten Würmer wieder. Unter den heute noch lebenden Würmern stehen den Urwürmern am nächsten die flimmernden Strudelwürmer (Turbellaria), die Stammgruppe der heutigen Plattwürmer (Plathelminthes). Aus den frei im Wasser lebenden Strudelwürmern sind durch Anpassung an parasitische Lebensweise die schmarotzenden Saugwürmer (Trematoda) entstanden, und aus diesen durch noch weiter gehenden Parasitismus und stärkere Rückbildung die Bandwürmer (Cestoda).

Aus einem oder aus mehreren Zweigen der Acoelomier haben sich erst später die übrigen Classen der Wurmthiere entwickelt, die ungegliederten Helminthen mit Blut und mit Leibeshöhle

(Coelomati): die drei Hauptclaſſen der Scoleciden, Himategen und Tunicaten, unter denen man mindeſtens zehn Claſſen unterſcheiden muß. (Vergl. S. 468.) Wie man ſich die dunkle Phylogenie dieſer Coelomaten annähernd etwa vorſtellen kann, zeigt der Stammbaum auf Seite 469. Wir wollen die Claſſen hier nur ganz kurz namhaft machen, da ihre Verwandtſchaft und Abſtammung uns heutzutage noch ſehr verwickelt und dunkel erſcheint. Erſt zahlreichere und genauere Unterſuchungen über die Keimesgeſchichte der Coelomaten werden uns künftig einmal auch über ihre Stammesgeſchichte aufklären.

In der Hauptclaſſe der Scoleciden unterſcheiden wir ſechs Claſſen. Von dieſen ſind zunächſt phylogenetiſch beſonders wichtig die Räderthierchen (Rotatoria). Sie ſind ſehr klein, zum Theil mikroſkopiſch, weshalb ſie früher irrthümlich mit den echten Infuſorien (S. 385) als „Infuſionsthierchen“ vereinigt wurden. Sowohl in ſüßen als in ſalzigen Waſſern ſind ſie ſehr verbreitet und ſchwimmen mittelſt eines eigenthümlichen Flimmer-Apparates, des ſogenannten „Räder-Organs“ umher. Dieſes Räder-Organ kehrt in Geſtalt von „Flimmerſchnüren, Wimperſegeln“ u. ſ. w. ſowohl bei den Larven oder Jugendformen der meiſten anderen Coelomaten, als auch bei den jungen Larven der höheren Thierſtämme wieder. Die uralten Stammformen derſelben, die ſich zunächſt aus den Urwürmern entwickelten, werden Räderthierchen ſehr nahe geſtanden haben. Die heute noch lebenden Räderthierchen zerfallen in zwei Ordnungen, die Gastrotricha (mit der typiſchen Gattung Ichthydium) und die Cephalotricha (mit der Urform Trochozoon); beide ſind phylogenetiſch von hoher Bedeutung.

Eine zweite wichtige Claſſe von Scoleciden ſind die Rundwürmer (Nematelminthes), die ſich durch ihre drehrunde und langgeſtreckte, cylindriſche Geſtalt und ſehr einfachen Körperbau auszeichnen. Sie leben zum größten Theil als Schmarotzer im Inneren anderer Thiere und Pflanzen ſehr verbreitet. Von menſchlichen Paraſiten gehören dahin namentlich die berüchtigten Trichinen, die Spulwürmer (Ascaris), Peitſchenwürmer (Trichocephalus), Fadenwürmer (Filaria) u. ſ. w. Außer den eigentlichen Rundwürmern oder Nematoden, werden

Digitized by Google

zu den Nemathelminthen auch noch die paraſitiſchen Gordiaceen gerechnet, die ihren Darmcanal theilweiſe, und die Acanthocephalen, die denſelben durch ihr Schmarotzerthum ganz verloren haben (ähnlich den Bandwürmern). Auch die ſonderbaren Pfeilwürmer (Chaetognathi), welche in großen Mengen an der Meeresoberfläche ſchwimmen, werden oft dazu gerechnet; ſie ſtehen aber doch durch ihren eigenthümlichen Bau ſehr iſolirt da, ebenſo wie die beiden Ordnungen der Rüſſelwürmer (Rhynchocoela); von dieſen nähern ſich die Enteropneuſten den Tunicaten, die Nemertinen den Anneliden. Auch die meerbewohnenden Sternwürmer (Gephyrea) ſtehen den Anneliden ſchon ſehr nahe. Als die eigentlichen Stammformen der Anneliden und überhaupt der Gliederthiere, ſind aber die Urringelwürmer (Archannelida) zu betrachten, und insbeſondere die Polygordinen (Polygordius), die andrerſeits noch den Nematoden ſehr nahe verwandt ſind. Vielleicht gehörten in dieſe Claſſe auch die verſteinerten ſiluriſchen Panzerwürmer (Phractelminthes), die möglicherweiſe die Stammformen der Echinodermen oder Sternthiere ſind.

Die Hauptclaſſe der Armwürmer (Himatega) umfaßt die beiden Claſſen der Mosthiere (Bryozoa) und Armfüßler (Brachiopoda), von denen die erſteren größtentheils, die letzteren ausſchließlich im Meere leben. Beide Claſſen ſcheinen nahe verwandt zu ſein und wurden früher zu den Weichthieren (Mollusca) gerechnet, oder auch als Molluscoida bezeichnet. In der That dürften nahe verwandtſchaftliche Beziehungen zwiſchen beiden Gruppen beſtehen. Andererſeits ſtehen die Mosthiere wieder den Räderthieren ſehr nahe. Die Armfüßler hingegen, deren Jugendformen den Mosthieren theilweiſe gleichen, ſind von ſo eigenthümlicher Organiſation, daß man ſie neuerdings als beſondere Hauptclaſſe oder ſogar als beſonderen ſelbſtändigen Thierſtamm (Phylum oder Typus) abgetrennt hat.

Zu den merkwürdigſten Thieren gehört die Haupt-Claſſe der Manteltiere (Tunicata). Sie leben alle im Meere, wo die einen auf dem Boden feſtſitzen, die anderen frei umherſchwimmen. Bei allen beſitzt der ungegliederte Körper die Geſtalt eines einfachen tonnenför-

migen Sackes, welcher von einem dicken, oft knorpelähnlichen Mantel eng umschlossen ist. Dieser Mantel besteht aus derselben stickstofflosen Kohlenstoffverbindung, welche im Pflanzenreich als „Cellulose" eine so große Rolle spielt und den größten Theil der pflanzlichen Zellmembranen und somit auch des Holzes bildet. Gewöhnlich besitzt der tonnenförmige Körper keinerlei äußere Anhänge. Niemand würde darin irgend eine Spur von Verwandtschaft mit den hoch differenzirten Wirbelthieren erkennen. Und doch kann diese nicht mehr zweifelhaft sein, seitdem im Jahre 1867 die Untersuchungen von Kowalevsky darüber plötzlich ein höchst überraschendes und merkwürdiges Licht verbreitet haben. Aus diesen hat sich nämlich ergeben, daß die individuelle Entwickelung der festsitzenden einfachen Seescheiden (Ascidia, Phallusia) in den wichtigsten Beziehungen mit derjenigen des niedersten Wirbelthieres, des Lanzetthieres (Amphioxus lanceolatus) übereinstimmt. Insbesondere besitzen die geschwänzten Jugendzustände der Ascidien die Anlage des Rückenmarks und des darunter gelegenen Axenstabes (Chorda dorsalis), d. h. der beiden wichtigsten und am meisten charakteristischen Organe des Wirbelthierkörpers. Unter allen uns bekannten wirbellosen Thieren besitzen demnach die Mantelthiere zweifelsohne die nächste Blutsverwandtschaft mit den Wirbelthieren, und sind als nächste Verwandte der Chordathiere (Chordonia) zu betrachten, d. h. derjenigen Würmer, aus denen sich dieser letztere Stamm entwickelt hat. (Vergl. Taf. X und XI.)

Man kann in der Hauptclasse der Mantelthiere zwei Classen unterscheiden, die Copelaten und Acopeten. Zu den Copelata gehören die kleinen Appendicarien (Oecopleura u. s. w.), welche mittelst eines Ruderschwanzes im Meere umherschwimmen und auf der Stufe der Ascidien-Larven stehen bleiben. Auch die ausgestorbenen Chordathiere (Chordonia), die gemeinsamen Stammformen der Mantelthiere und Wirbelthiere, können zu diesen Copelaten gerechnet werden. Die übrigen Tunicaten, die Acopeta, haben den Ruderschwanz verloren und haben sich einen eigenthümlichen Kiemenkorb mit Kiemen-

höhle gebildet. Es gehören dahin die feſtſitzenden Ascidien, und die frei ſchwimmenden Gattungen Pyrosoma, Doliolum und Salpa, von denen Jede eine beſondere Ordnung repräſentirt.

Während ſo verſchiedene Coelomaten-Zweige des vielgeſtaltigen Würmer-Stammes uns mehrfache genealogiſche Anknüpfungspunkte an die vier höheren Thierſtämme bieten und wichtige phylogenetiſche Andeutungen über deren Urſprung geben, zeigen anderſeits die niederen acoelomen Würmer nahe Verwandtſchafts-Beziehungen zu den Pflanzenthieren und ſtehen offenbar den Gaſtraeaden noch ſehr nahe. Sehr wichtig iſt in dieſer Beziehung vor Allem der Mangel des Bluts und der Leibeshöhle bei den Acoelomiern; in dieſer Hinſicht ſind letztere wahre „Coelenterien". Sie unterſcheiden ſich aber wieder weſentlich von den wahren Coelenterien oder Zoophyten durch ihre zweiſeitige Grundform, wegen derer wir ſie zu den Bilaterien ſtellen müſſen.

So verſchiedenartig nun auch alle die niederen Thiere erſcheinen, die wir hier als Wurmthiere oder Helminthen zuſammengefaßt haben, ſo ſtimmen doch alle weſentlich überein in der zweiſeitigen Grundform, in dem Mangel echter Gliedmaßen, und in der einfachen Beſchaffenheit des Centralnervenſyſtems, das nur einen Knoten, das Urhirn beſitzt; beſonders aber ſtimmen alle überein durch den völligen Mangel der Körper-Gliederung oder Metameren-Bildung, wie wir ſie bei den höheren Thieren meiſtens vorfinden. Durch ihren einfachen ungegliederten Leib unterſcheiden ſich die Wurmthiere namentlich auffallend von den Ringelwürmern oder Anneliden, die bisher meiſtens zu ihnen gerechnet wurden, aber vielmehr zu den Gliederthieren gehören. Erſt mit der Gliederung tritt die Möglichkeit einer weit vollkommneren Organiſation ein, wie wir ſie vor Allen bei den Gliederthieren und Wirbelthieren finden.

Neunzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.
II. Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere.

Stamm der Weichthiere oder Mollusken. Drei Hauptclaſſen der Weichthiere: Schnecken (Cochliden). Muſcheln (Conchaden). Kracken (Cephalopoden). Stamm der Sternthiere oder Echinodermen. Abſtammung derſelben von den gegliederten Würmern (Panzerwürmern oder Phrakthelminthen). Generationswechſel der Echinodermen. Sechs Claſſen der Sternthiere: Seeſterne (Aſteriden). Seeſtrahlen (Ophiuren). Seelilien (Crinoiden). Seeknospen (Blaſtoiden). Seeigel (Echiniden). Seegurken (Holothurien). Stamm der Gliederthiere oder Articulaten. Drei Hauptclaſſen der Gliederthiere: Ringelthiere oder Anneliden (Egel und Borſtenwürmer). Cruſtenthiere oder Cruſtaceen (Krebsthiere und Schildthiere). Luftrohrthiere oder Tracheaten (Protracheaten, Myriapoden, Arachniden, Inſecten). Kauende und ſaugende Inſecten Stammbaum und Geſchichte der acht Inſecten-Ordnungen.

Meine Herren! Die großen natürlichen Hauptgruppen des Thierreichs, welche wir als Stämme oder Phylen unterſchieden haben (die „Typen" von Baer und Cuvier) ſind nicht alle von gleicher ſyſtematiſcher Bedeutung für unſere Phylogenie oder Stammesgeſchichte. Dieſelben laſſen ſich weder in einzige Stufenreihe über einander ordnen, noch als ganz unabhängige Phylen, noch als gleichwerthige Zweige eines einzigen Stammbaums betrachten. Vielmehr ſtellt ſich, wie wir im letzten Vortrage geſehen haben, die Gaſtraea als die gemeinſame Stammform aller Stämme heraus. Dieſe uralte Gaſtraea-Stammform, deren frühere Exiſtenz noch heute durch die Gaſtrula-

Keimform der verschiedensten Thiere handgreiflich bewiesen wird, hat zunächst eine Anzahl verschiedener Gastraeaden erzeugt; und diese müssen wir ihrer primitiven Organisation nach als einfachste Pflanzenthiere betrachten. Aus den Gastraeaden haben sich später einerseits die übrigen Pflanzenthiere, anderseits die Wurmthiere oder Würmer entwickelt. Den vielgestaltigen und weitverzweigten Stamm der Würmer müssen wir aber wiederum als die gemeinsame Stammgruppe betrachten, aus welcher (an ganz verschiedenen Zweigen) die übrigen Stämme, die vier höheren Phylen des Thierreichs, hervorgesproßt sind (vergl. den hypothetischen Stammbaum S. 453).

Lassen Sie uns nun einen genealogischen Blick auf diese vier höheren oder typischen Thierstämme werfen und versuchen, ob wir nicht schon jetzt die wichtigsten Grundzüge ihres Stammbaums zu erkennen im Stande sind. Wenn auch dieser Versuch noch sehr unvollkommen ausfällt, so werden wir damit doch wenigstens einen ersten Anfang gemacht und den Weg für spätere eingehendere Versuche geebnet haben.

Welche Reihenfolge wir bei Betrachtung der vier höheren Stämme des Thierreichs einschlagen, ist an sich ganz gleichgültig. Denn unter sich haben diese vier Phylen gar keine näheren verwandtschaftlichen Beziehungen, und haben sich vielmehr von ganz verschiedenen Aesten der Würmergruppe abgezweigt. Als den unvollkommensten, am tiefsten stehenden von diesen Stämmen, wenigstens in Bezug auf die morphologische Ausbildung, kann man den Stamm der Weichthiere (Mollusca) betrachten. Dieser Stamm enthält drei Hauptclassen: die Schnecken (Cochlides), die Muscheln (Conchades) und die Kracken (Teuthodes). Die Schnecken bilden die Hauptmasse und die Stammgruppe des Mollusken-Stammes. Aus ihnen sind die Muscheln durch Rückbildung, die Kracken durch Fortbildung hervorgegangen.

Charakteristisch für alle Weichthiere ist der ungegliederte sackförmige Körper, dessen Bauchfläche einen verschieden gestalteten, meist sohlenförmigen und zum Kriechen dienenden Fuß bildet, während die Haut der Rückenfläche sich ringsum in Gestalt einer mantelartigen Falte, des sogenannten Mantels, abhebt. Zwischen Fußrand und

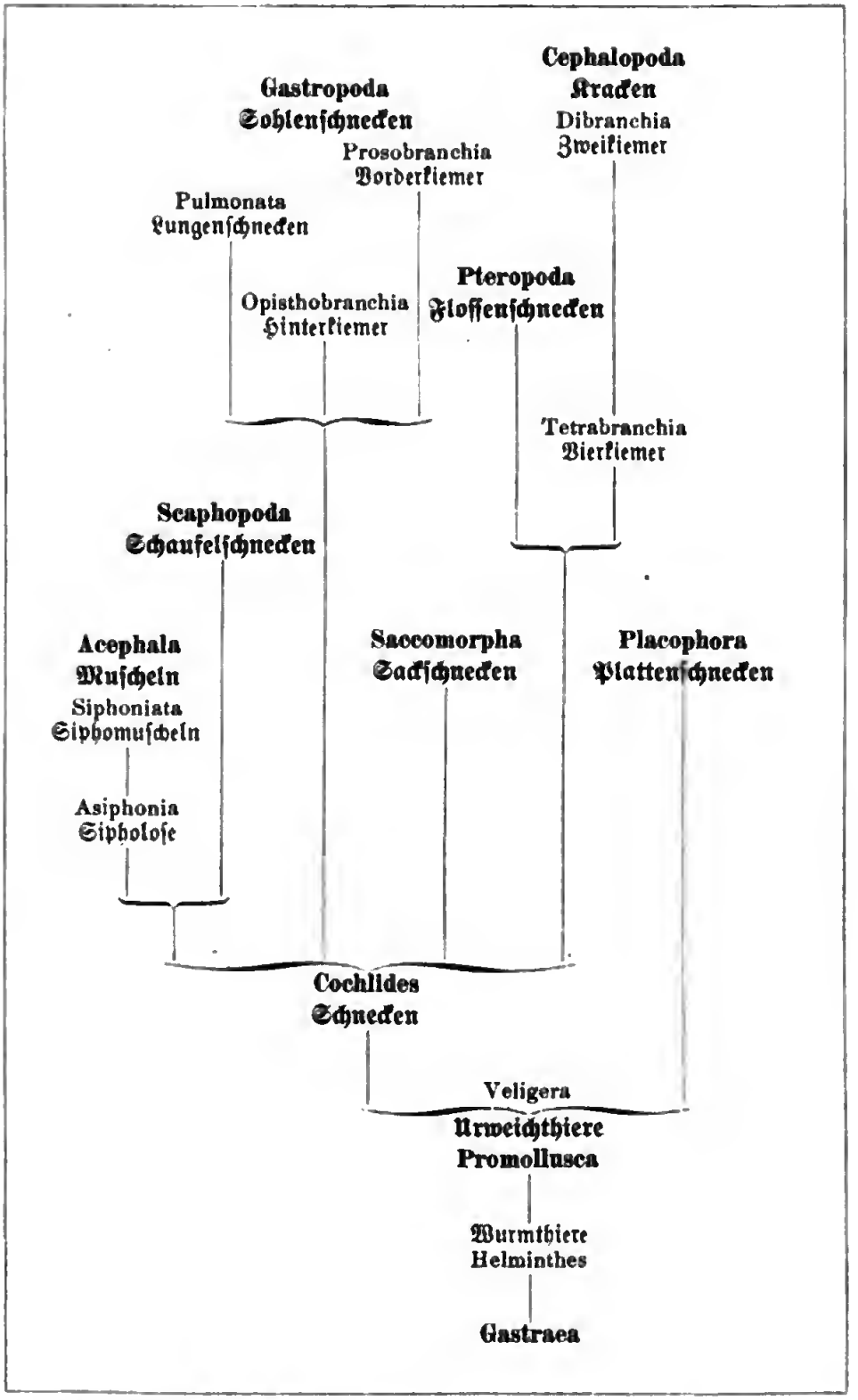
Mantelrand iſt urſprünglich eine Höhle vorhanden, in der die zur Athmung dienenden Kiemen liegen (Mantelhöhle oder Kiemenhöhle). Nirgends begegnen wir hier der ausgeprägten Gliederung (Articulation oder Metamerenbildung) des Körpers, welche ſchon die Ringelwürmer auszeichnet, und welche bei den übrigen drei Stämmen, den Sternthieren, Gliederthieren und Wirbelthieren, die weſentlichſte Urſache der höheren Formentwickelung, Differenzirung und Vervollkommnung wird. Vielmehr ſtellt bei allen Weichthieren, bei allen Muſcheln, Schnecken u. ſ. w. der ganze Körper einen einfachen ungegliederten Sack dar, in deſſen Höhle die Eingeweide liegen. Nur der vorderſte Theil des Körpers ſetzt ſich als Kopf mehr oder minder deutlich vom ungegliederten Rumpfe ab. Bei den meiſten Schnecken iſt dieſer Kopf mäßig entwickelt und trägt ein paar Augen und ein paar Fühler oder Tentakeln, ſowie den Mund mit Kiefern und Gebiß (Zunge mit vielzähniger Reibeplatte). Bei den Muſcheln iſt der Kopf rückgebildet, bei den Kracken dagegen ſehr hoch entwickelt.

Das Nervenſyſtem der Weichthiere iſt ſehr charakteriſtiſch und beſteht aus einem Urhirn oder Gehirnknoten, welcher durch einen vorderen Schlundring mit einem unten gelegenen Fußknoten und durch einen hinteren Schlundring mit einem hinten gelegenen Kiemenknoten verbunden iſt. Bei der großen Mehrzahl der Weichthiere iſt der weiche ſackförmige Körper von einer Kalkſchale oder einem Kalkgehäuſe geſchützt, welches urſprünglich ein flacher, den Rücken deckender Schild oder Napf iſt. Bei den meiſten Schnecken und Kracken wächſt es in eine ſpiral gewundene Röhre, das bekannte „Schneckenhaus“ aus. Bei den Muſcheln aber zerfällt es in zwei ſeitliche Klappen, die auf dem Rücken durch ein „Schloßband“ zuſammenhängen. Wegen dieſer feſten Kalkſchalen werden die Weichthiere auch Schalthiere (Conchylia) genannt (Ostracoderma des Ariſtoteles). Trotzdem dieſe harten Skelete maſſenhaft in allen neptuniſchen Schichten ſich verſteinert finden, ſagen uns dieſelben dennoch nicht viel über die geſchichtliche Entwickelung des Stammes aus. Denn dieſe fällt größtentheils in die Primordialzeit. Selbſt ſchon in den ſiluriſchen Schichten finden

Syſtematiſche Ueberſicht

über die Claſſen und Ordnungen der Weichthiere (Mollusca).

Claſſen der Weichthiere	Ordnungen der Weichthiere	Unterordnungen der Weichthiere	Gattungsnamen als Beiſpiele
I. Urweichthiere **Promollusca**	1. Urſchnecken *Procochlides*	1. Veligerina	Veligera
	2. Plattenſchnecken *Placophora*	2. Chitonida	Chiton
II. Sohlenſchnecken **Gastropoda**	3. Vorderkiemer *Prosobranchia*	3. Chiastoneura	Fissurella
		4. Orthoneura	Murex
		5. Heteropoda	Carinaria
	4. Hinterkiemer *Opisthobranchia*	6. Tectibranchia	Aplysia
		7. Nudibranchia	Doris
		8. Saccoglossa	Elysia
	5. Lungenſchnecken *Pulmonata*	9. Branchiopneusta	Lymnaeus
		10. Nephropneusta	Helix
III. Schaufelſchnecken **Scaphopoda**	6. Schaufelſchnecken *Scaphopoda*	11. Dentalida	Dentalium
IV. Muſcheln **Acephala** (Conchades)	7. Muſcheln ohne Athemröhren *Asiphonia*	12. Palaeoconchae	Arca
		13. Monomyaria	Ostrea
		14. Najades	Unio
	8. Muſcheln mit Athemröhren *Siphoniata*	15. Disiphonia	Tellina
		16. Gamosiphonia	Solen
		17. Inclusa	Teredo
V. Sackſchnecken **Saccomorpha**	9. Sackſchnecken *Saccomorpha*	18. Entoconchida	Entoconcha
VI. Floſſenſchnecken **Pteropoda**	10. Floſſenſchnecken *Pteropoda*	19. Propteropoda	Conularia
		20. Thecosomata	Hyalaea
		21. Gymnosomata	Clio
VII. Kraken **Cephalopoda** (Teuthodes)	11. Vierkiemige *Tetrabranchia*	22. Protheutides	Orthoceras
		23. Polyolenae	Nautilus
	12. Zweikiemige *Dibranchia*	24. Decolenae	Sepia
		25. Octolenae	Octopus


Cephalopoda
Kracken
Gastropoda
Sohlenſchnecken
Dibranchia
Zweikiemer
Prosobranchia
Vorderkiemer
Pulmonata
Lungenſchnecken
Pteropoda
Floſſenſchnecken
Opisthobranchia
Hinterkiemer
Tetrabranchia
Vierkiemer
Scaphopoda
Schaufelſchnecken
Acephala
Muſcheln
Saccomorpha
Sackſchnecken
Placophora
Plattenſchnecken
Siphoniata
Siphomuſcheln
Asiphonia
Siphoniſe
Cochlides
Schnecken
Veligera
Urweichthiere
Promollusca
Wurmthiere
Helminthes
Gastraea

wir alle drei Hauptclassen der Weichthiere neben einander versteinert vor, und dies beweist deutlich, in Uebereinstimmung mit vielen anderen Zeugnissen, daß der Weichthierstamm damals schon eine mächtige Ausbildung erreicht hatte, als die höheren Stämme, namentlich Gliederthiere und Wirbelthiere, kaum über den Beginn ihrer historischen Entwickelung hinaus waren. In den darauf folgenden Zeitaltern, besonders zunächst im primären und weiterhin im secundären Zeitraum, dehnten sich diese höheren Stämme mehr und mehr auf Kosten der Mollusken und Würmer aus, welche ihnen im Kampfe um das Dasein nicht gewachsen waren, und dem entsprechend mehr und mehr abnahmen. Die jetzt noch lebenden Weichthiere und Würmer sind nur als ein verhältnißmäßig schwacher Rest von der mächtigen Fauna zu betrachten, welche in primordialer und primärer Zeit über die anderen Stämme ganz überwiegend herrschte. (Vergl. Taf. VI nebst Erklärung im Anhang.)

In keinem Thierstamm zeigt sich deutlicher, als in dem der Mollusken, wie verschieden der Werth ist, welchen die Versteinerungen für die Geologie und für die Phylogenie besitzen. Für die Geologie sind die verschiedenen Arten der versteinerten Weichthierschalen von der größten Bedeutung, weil dieselben als „Leitmuscheln" vortreffliche Dienste zur Charakteristik der verschiedenen Schichtengruppen und ihres relativen Alters leisten. Für die Stammesgeschichte der Mollusken dagegen besitzen sie nur sehr geringen Werth, weil sie einerseits Körpertheile von ganz untergeordneter morphologischer Bedeutung sind, und weil andererseits die eigentliche Entwickelung des Stammes in die ältere Primordialzeit fällt, aus welcher uns keine deutlichen Versteinerungen erhalten sind. Wenn wir daher den Stammbaum der Mollusken construiren wollen, so sind wir vorzugsweise auf die Urkunden der Keimesgeschichte und der vergleichenden Anatomie angewiesen, aus denen sich etwa Folgendes ergiebt.

Als die eigentliche Haupt- oder Stammgruppe der Mollusken haben wir die Hauptclasse der Schnecken (Cochlides) anzusehen. Aus ihr haben sich wahrscheinlich die Muscheln durch rückschreitende,

die Kracken umgekehrt durch fortschreitende Umbildung entwickelt; erstere haben den Kopf verloren, letztere denselben höher ausgebildet. Die Hauptclasse der Schnecken zerfällt in fünf Classen, die trotz sehr verschiedenartiger und mannigfaltiger Ausbildung durch ihre gemeinsame Jugendform als nächstverwandte Abkömmlinge einer uralten gemeinsamen Stammform sich ausweisen. Diese hypothetische, seit Millionen von Jahren ausgestorbene Stammform, die Urschnecke (Veligera oder Procochlis) wird wesentlich von derselben Beschaffenheit gewesen sein, wie die interessante Segellarve (Veliger), die heute noch in der Keimesgeschichte der meisten Mollusken vorübergehend erscheint. Ihren Namen trägt die Segellarve von einem großen flimmernden zweilappigen „Segel" oder „Räder-Organ" (Velum), welches auf der Stirnfläche des jungen Weichthieres erscheint, während den Rücken eine kleine napfförmige Schale deckt.

Als älteste Weichthiere, welche der gemeinsamen Stammform aller Mollusken am nächsten stehen, können entweder die Zeugobranchien (Fissurella) oder die nahe verwandten Placophoren (Chiton) angesehen werden. Diese letzteren, die Plattenschnecken (Placophora), werden jetzt als eine besondere Klasse betrachtet, ausgezeichnet dadurch, daß die Rückenschale in acht hinter einander gelegene Kalkplatten zerfällt. In der primitiven Beschaffenheit des inneren Körperbaues stehen ihnen unter den übrigen Schnecken am nächsten die paarkiemigen Schnecken (Zeugobranchia), welche zur großen Klasse der Sohlenschnecken (Gastropoda) gerechnet werden. Ihr Fuß ist eine platte Sohle, auf der die Schnecke kriecht, wie von unseren gewöhnlichen Landschnecken allbekannt ist. Unter den Sohlenschnecken werden als drei Hauptabtheilungen die Vorderkiemer, Hinterkiemer und Lungenschnecken unterschieden. Bei den Vorderkiemern (Prosobranchia) liegt die Kieme vor, bei den Hinterkiemern (Opisthobranchia) hinter dem Herzen. Bei den Lungenschnecken (Pulmonata), zu denen die gewöhnlichen Weinbergschnecken (Helix) und Gartenschnecken (Limax) gehören, hat sich die Kiemenhöhle durch Anpassung an Luftathmung in eine Lungenhöhle verwandelt. Diese Lungen-

ſchnecken ſind die einzigen Mollusken, welche den urſprünglichen Waſſeraufenthalt verlaſſen und ſich an das Landleben angepaßt haben.

Eine der merkwürdigſten Weichthierformen iſt die Wunderſchnecke (Entoconcha mirabilis), welche die beſondere Claſſe der Sackſchnecken (Saccomorpha) bildet. Dieſe Wunderſchnecke entdeckte der große Berliner Zoologe Johannes Müller in der Bucht von Muggia bei Trieſt. Sie iſt in entwickeltem Zuſtande ein einfacher Sack oder Schlauch, welcher mit Eiern und Sperma angefüllt und an den Darm einer Seegurke (Synapta) angeheftet gefunden wird. Nimmermehr würde man auf die Vermuthung gekommen ſein, daß dieſer einfache Eierſchlauch eine umgewandelte Schnecke wäre, wenn nicht aus den Eiern ſich junge Schnecken entwickelten, die ganz den Segellarven (Veliger) gewöhnlicher Kiemenſchnecken (Natica) gleichen und ein Flimmerſegel nebſt Schale beſitzen. Offenbar iſt hier durch Anpaſſung an die ſchmarotzende Lebensweiſe die Schnecke ſo entartet, daß ſie nach und nach alle Organe, bis auf die Haut und die Geſchlechtsorgane verloren hat. Unter den Weichthieren ſteht dieſer Fall einzig da, während er unter den Krebsthieren bei den Sackkrebſen (Sacculina) ſich ſehr oft wiederholt. Die Keimesgeſchichte allein giebt uns bei dieſen völlig rückgebildeten Schmarotzern Aufſchluß über ihre Herkunft und Stammesgeſchichte.

Wahrſcheinlich ebenfalls durch Rückbildung, die jedoch vorzugsweiſe nur den Kopf betroffen hat, ſind aus einer Gruppe der Schnecken die Muſcheln (Conchades) entſtanden. Wegen dieſes Kopfmangels werden die Muſcheln oft auch Kopfloſe genannt (Acephala), oder wegen ihrer blattförmigen Kiemen Blattkiemer (Lamellibranchia), oder wegen ihres beilförmig zugeſchärften Fußes Beilfüßer (Pelecypoda), oder wegen ihrer zweiklappigen Schale Zweiklapper (Bivalva). Alle Muſcheln haben den Kopf verloren und damit auch die Kiefern und die charakteriſtiſche, mit Zähnen beſetzte Reibeplatte der Zunge (Radula), die bei allen übrigen Mollusken (— die entarteten Wunderſchnecken ausgenommen —) ſich findet. Auch die beiden Augen des Kopfes haben alle Muſcheln eingebüßt; zum Erſatz dafür haben

ſich jedoch manche Muſchelthiere eine große Anzahl von neuen Augen angeſchafft, die in einer langen Reihe an beiden Rändern ihres weiten Mantels ſitzen! Die urſprünglich einfache Rückenſchale iſt bei den Muſcheln in drei Stücke zerfallen, in zwei Seitenklappen und ein längs des Rückens verlaufendes „Schloßband", welches beide Klappen in einem „Schloſſe" oder Gelenke vereinigt und zuſammenhält.

Unſere phylogenetiſche Hypotheſe, daß die Muſcheln durch Rückbildung und Verluſt des Kopfes aus einer Schneckengruppe entſtanden ſind, wird ſowohl durch die vergleichende Anatomie und Keimesgeſchichte beſtätigt, als auch durch den Umſtand, daß noch heute eine verbindende Zwiſchenform zwiſchen Beiden exiſtirt; das iſt die Gattung Dentalium, welche die beſondere Claſſe der Schaufelſchnecken (Scaphopoda) bildet. An ſie ſchließen ſich ſehr nahe die Bohrmuſcheln an, die nebſt den Meſſermuſcheln und Venusmuſcheln zur Ordnung der Siphoniaten gehören. Bei dieſen Siphoniaten finden ſich entwickelte Athemröhren, welche der Ordnung der Aſiphonien fehlen. Zu letzteren gehören die Auſtern und Perlmuttermuſcheln, ſowie unſere gewöhnlichen Teichmuſcheln oder Najaden.

Eine eigenthümliche Molluskenclaſſe bilden die Floſſenſchnecken oder Floſſenkracken (Pteropoda), nächtliche Seethiere, welche in großen Schwärmen die Meere bevölkern. Mittelſt zweier großer, am Kopfe ſtehender Floſſenlappen oder Flügel (entſtanden durch Umbildung des vorderſten Fußtheils) flattern ſie im Meere umher, wie „See-Schmetterlinge". Sie bilden in mancher Beziehung den Uebergang von den Schnecken zu den Kracken (Teuthoda). Die Hauptmaſſe dieſer letzteren bildet die merkwürdige, ſchon von Ariſtoteles vielfach unterſuchte Claſſe der Tintenfiſche oder Kopffüßler (Cephalopoda). Auch dieſe leben ſämmtlich ſchwimmend im Meere. Durch ihre beträchtliche Größe und vollkommnere Organiſation, namentlich die hohe Entwickelung des großen Kopfes, erheben ſie ſich bedeutend über die Schnecken, obwohl ſie unzweifelhaft von dieſen abſtammen. Sie zeichnen ſich vor den Schnecken durch acht, zehn oder mehr lange Arme aus, welche im Kranze den Mund umgeben und eigenthümliche Kopf-

gliedmaßen darſtellen (gleich den „Kopfkegeln“ der Floſſenſchnecken). Die Kracken, welche noch jetzt in unſeren Meeren leben, die Sepien, Kalmare, Argonautenboote und Perlboote, ſind nur dürftige Reſte von der formenreichen Schaar, welche dieſe Claſſe in den Meeren der primordialen, primären und ſecundären Zeit bildete. Die zahlreichen verſteinerten Ammonshörner (Ammonites), Perlboote (Nautilus) und Donnerkeile (Belemnites) legen noch heutzutage von jenem längſt erloſchenen Glanze des Stammes Zeugniß ab. Die meiſten dieſer ausgeſtorbenen Kracken gehören zur Legion der Vierkiemigen (Tetrabranchia), von denen heute nur noch das ſonderbare Perlboot lebt (Nautilus). Alle übrigen Cephalopoden der Gegenwart ſind Zweikiemige (Dibranchia).

Die verſchiedenen Ordnungen, welche man unter den Molluskenclaſſen unterſcheidet, und deren ſyſtematiſche Reihenfolge Ihnen die vorſtehende Tabelle (S. 480) anführt, liefern in ihrer hiſtoriſchen und ihrer entſprechenden ſyſtematiſchen Entwickelung mannichfache Beweiſe für die Gültigkeit des Fortſchrittsgeſetzes. Da jedoch dieſe untergeordneten Molluskengruppen an ſich weiter von keinem beſonderen Intereſſe ſind, verweiſe ich Sie auf die gegenüberſtehende Skizze ihres Stammbaums (S. 481) und auf den ausführlichen Stammbaum der Weichthiere, welchen ich in meiner generellen Morphologie gegeben habe, und wende mich ſogleich weiter zur Betrachtung des Sternthierſtammes.

Zum Stamme der Sternthiere (Echinoderma oder Estrellae) gehören die Seeſterne, Seeſtrahlen, Seelilien, Seeknospen, Seeigel und Seegurken (Taf. IX). Sie bilden eine der intereſſanteſten und dennoch wenigſt bekannten Abtheilungen des Thierreichs. Alle leben im Meere. Jeder von Ihnen, der einmal an der See war, wird wenigſtens zwei Formen derſelben, die Seeſterne und Seeigel, geſehen haben. Wegen ihrer ſehr eigenthümlichen Organiſation ſind die Sternthiere als ein ganz ſelbſtſtändiger Stamm des Thierreichs zu betrachten, und namentlich gänzlich von den Neſſelthieren oder Akalephen zu trennen, mit denen ſie noch jetzt oft irrthümlich als Strahlthiere

oder Radiaten zuſammengefaßt werden (ſo z. B. von Agaſſiz, welcher auch dieſen Irrthum Cuvier's neben manchen anderen vertheidigt).

Alle Echinodermen ſind ausgezeichnet und zugleich von allen anderen Thieren verſchieden durch einen ſehr merkwürdigen Bewegungs-Apparat. Dieſer beſteht aus einem verwickelten Syſtem von Canälen oder Röhren, die von außen mit Seewaſſer gefüllt werden. Das Seewaſſer wird in dieſer Waſſerleitung theils durch ſchlagende Wimperhaare, theils durch Zuſammenziehungen der muskulöſen Röhrenwände ſelbſt, die Gummiſchläuchen vergleichbar ſind, fortbewegt. Aus den Röhren wird das Waſſer in ſehr zahlreiche hohle Füßchen hineingepreßt, welche dadurch prall ausgedehnt und nun zum Gehen und zum Anſaugen benutzt werden. Außerdem ſind die Sternthiere auch durch eine eigenthümliche Verkalkung der Haut ausgezeichnet, welche bei den meiſten zur Bildung eines feſten, geſchloſſenen, aus vielen Platten zuſammengeſetzten Panzers führt. Bei faſt allen Echinodermen iſt der Körper aus fünf Strahltheilen oder Parameren zuſammengeſetzt, welche rings um die Hauptaxe des Körpers ſteruförmig herum ſtehen und ſich in dieſer Axe berühren. Nur bei einigen Seeſternarten ſteigt die Zahl dieſer Strahltheile über fünf hinaus, auf 6—9, 10—12, oder ſelbſt 20—40; und in dieſem Falle iſt die Zahl der Strahltheile bei den verſchiedenen Individuen der Species meiſt nicht beſtändig, ſondern wechſelnd.

Charakteriſtiſch iſt ferner für die Sternthiere die beſondere Form ihres Central-Nervenſyſtems. Wie ſich die Wurmthiere durch ihr einfaches Urhirn auszeichnen, die Weichthiere durch ihren Doppel-Schlundring, die Gliederthiere durch ihr Bauchmark und die Wirbelthiere durch ihr Rückenmark, ſo beſitzen die Sternthiere ihr eigenthümliches Sternmark, einen Mundring, von deſſen Ecken in jeden Strahltheil ein Bauchmark ausſtrahlt (in der Regel alſo fünf). Dieſer Nervenſtrahl verläuft, gleich dem Bauchmark der Gliederthiere, an der Bauchſeite jedes gegliederten Strahltheils oder Parameres bis an deſſen Ende.

Die geſchichtliche Entwickelung und der Stammbaum der Echinodermen werden uns durch ihre zahlreichen und meiſt vortrefflich

erhaltenen Verſteinerungen, durch ihre ſehr merkwürdige individuelle Entwickelungsgeſchichte und durch ihre intereſſante vergleichende Anatomie ſo vollſtändig enthüllt, wie es außerdem bei keinem anderen Thierſtamme, ſelbſt die Wirbelthiere vielleicht nicht ausgenommen, der Fall iſt. Durch eine kritiſche Benutzung jener drei Archive und eine denkende Vergleichung ihrer Reſultate gelangen wir zu folgender Genealogie der Sternthiere, die ich in meiner generellen Morphologie begründet habe (Gen. Morph. II, Taf. IV, S. LXI—LXXVII).

Die älteſte und urſprüngliche Gruppe der Sternthiere, die Stammgruppe des ganzen Phylum, iſt die Claſſe der Seeſterne (Asterida). Dafür ſpricht außer zahlreichen und wichtigen Beweisgründen der Anatomie und Entwickelungsgeſchichte vor allen die hier noch unbeſtändige und wechſelnde Zahl der Strahltheile oder Parameren, welche bei allen übrigen Echinodermen ausnahmslos auf fünf fixirt iſt. Jeder Seeſtern beſteht aus einer mittleren kleinen Körperſcheibe, an deren Umkreis in einer Ebene fünf oder mehr lange gegliederte Arme befeſtigt ſind. Jeder Arm des Seeſterns entſpricht in ſeiner ganzen Organiſation weſentlich einem gegliederten Wurm vergleichbar manchen Ringelwürmern oder Anneliden. Ich betrachte daher den Seeſtern als einen echten Stock oder Cormus von fünf oder mehr gegliederten Würmern, welche durch ſternförmige Keimknospenbildung aus einem centralen Mutter-Wurme entſtanden ſind. Von dieſem letzteren haben die ſternförmig verbundenen Geſchwiſter die gemeinſchaftliche Mundöffnung und die gemeinſame Verdauungshöhle (Magen) übernommen, die in der mittleren Körperſcheibe liegen. Das verwachſene Ende, welches in die gemeinſame Mittelſcheibe mündet, iſt wahrſcheinlich das Hinterende der urſprünglichen ſelbſtſtändigen Würmer.

In ganz ähnlicher Weiſe ſind auch bei den ungegliederten Würmern bisweilen mehrere Individuen zur Bildung eines ſternförmigen Stockes vereinigt. Das iſt namentlich bei den Botryllіden der Fall, zuſammengeſetzten Seeſcheiden oder Ascidien, welche zur Claſſe der Mantelthiere (Tunicaten) gehören. Auch hier ſind die einzelnen

Würmer mit ihrem hinteren Ende, wie ein Rattenkönig, verwachsen, und haben sich hier eine gemeinsame Auswurfsöffnung, eine Centralkloake gebildet, während am vorderen Ende noch jeder Wurm seine eigene Mundöffnung besitzt. Bei den Seesternen würde die letztere im Laufe der historischen Stockentwickelung zugewachsen sein, während sich die Centralkloake zu einem gemeinsamen Mund für den ganzen Stock ausbildete.

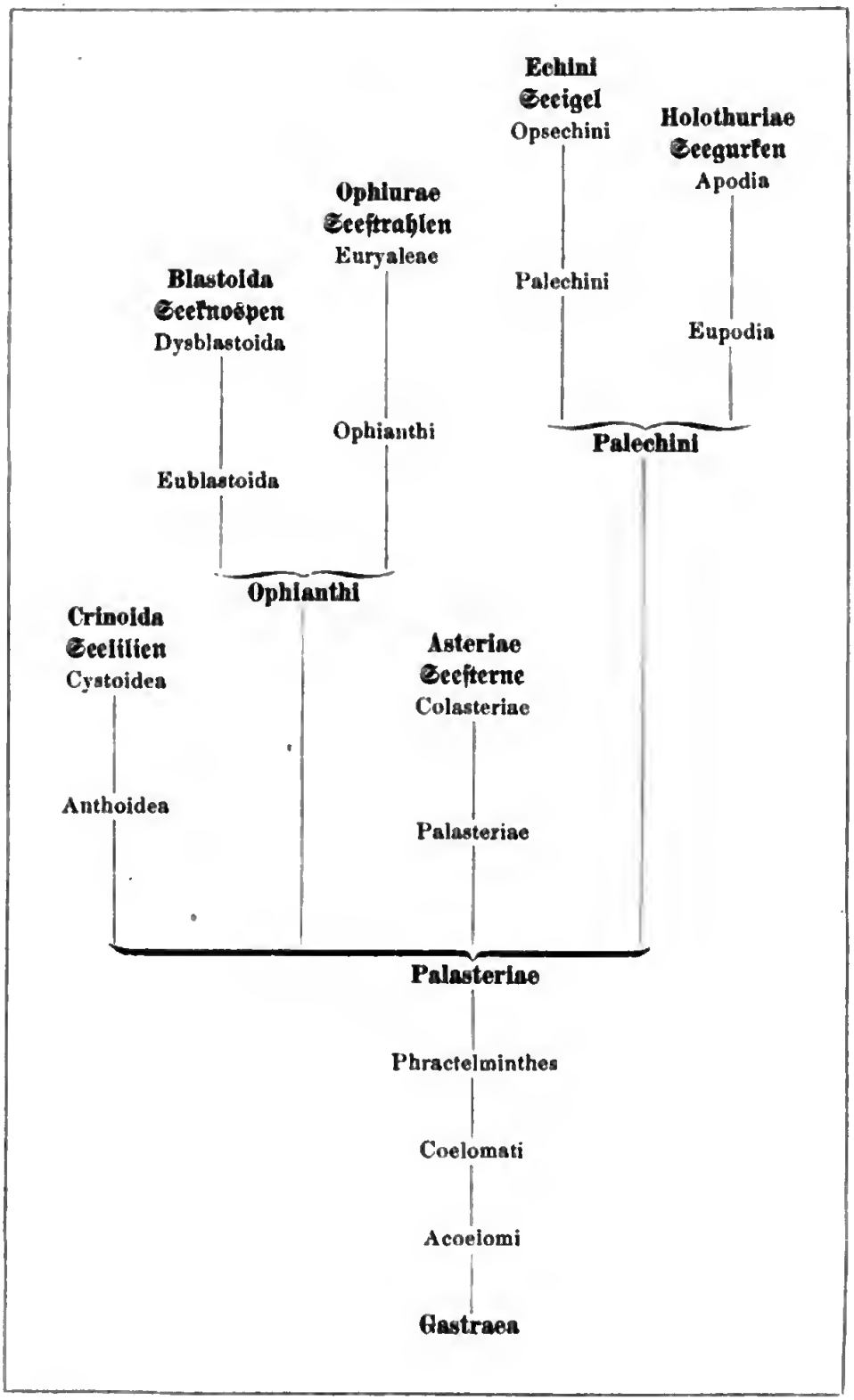
Die Seesterne würden demnach Würmerstöcke sein, welche sich durch sternförmige Knospenbildung aus echten gegliederten Würmern oder Colelminthen entwickelt haben. Diese Hypothese wird auf das Stärkste durch die vergleichende Anatomie und Ontogenie der gegliederten Seesterne (Colastra) und der gegliederten Würmer gestützt. Unter den letzteren stehen in Bezug auf den inneren Bau die vielgliedrigen Ringelwürmer (Annelida), die wir zu den Gliederthieren stellen, den einzelnen Armen oder Strahltheilen der Seesterne, d. h. den ursprünglichen Einzelwürmern, ganz nahe. Jeder der fünf Arme des Seesterns ist aus einer großen Anzahl hinter einander liegender gleichartiger Glieder oder Metameren kettenartig zusammengesetzt, ebenso wie jeder gegliederte Wurm und jeder Krebs. Wie bei diesen letzteren, so verläuft auch bei den ersteren in der Mittellinie des Bauchtheils ein centraler Nervenstrang, das Bauchmark. An jedem Metamere sind ein paar ungegliederte Füße und außerdem meistens ein oder mehrere Stacheln angebracht, ähnlich wie bei vielen Ringelwürmern. Auch vermag der abgetrennte Seestern-Arm ein selbstständiges Leben zu führen. Bei manchen Seestern-Arten (Ophidiaster, Linckia, Brisinga etc.) sind sogar die abgelösten Arme im Stande, durch sternförmige Knospenbildung den ganzen Seestern, die mittlere Scheibe nebst den übrigen Armen, neu zu bilden. Das sind die sogenannten „Kometenformen" der Seesterne. (Vergl. Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Bd. XXX, Suppl. 1878.)

Die wichtigsten Beweise für die Wahrheit meiner Hypothese liefert die Ontogenie oder die Keimesgeschichte der Echinodermen. Die höchst merkwürdigen Thatsachen dieser Ontogenie entdeckte erst im Jahre 1848 der große Berliner Zoologe Johannes Müller.

Syſtematiſche Ueberſicht

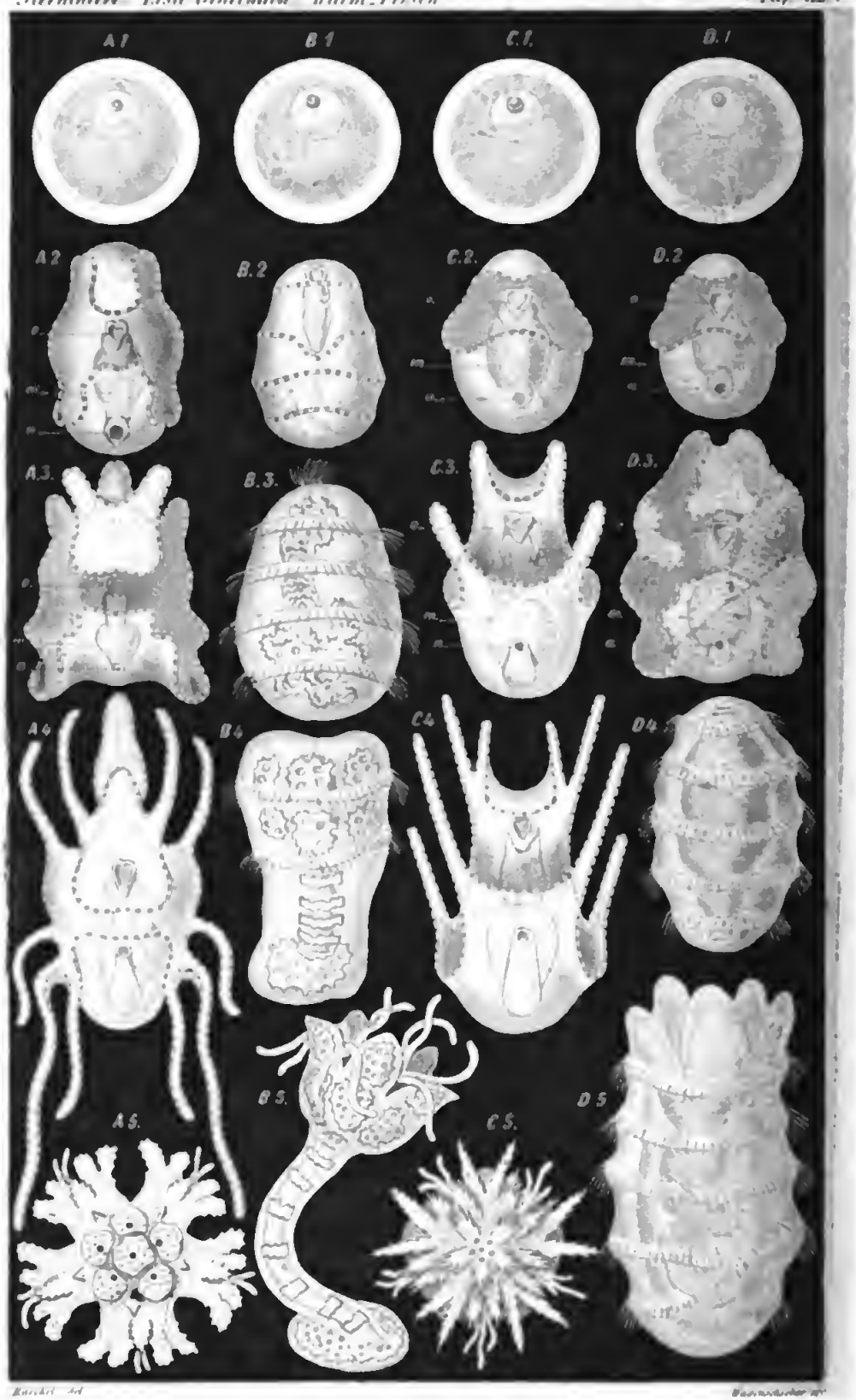
über die Claſſen und Ordnungen der Sternthiere (Estrellae).

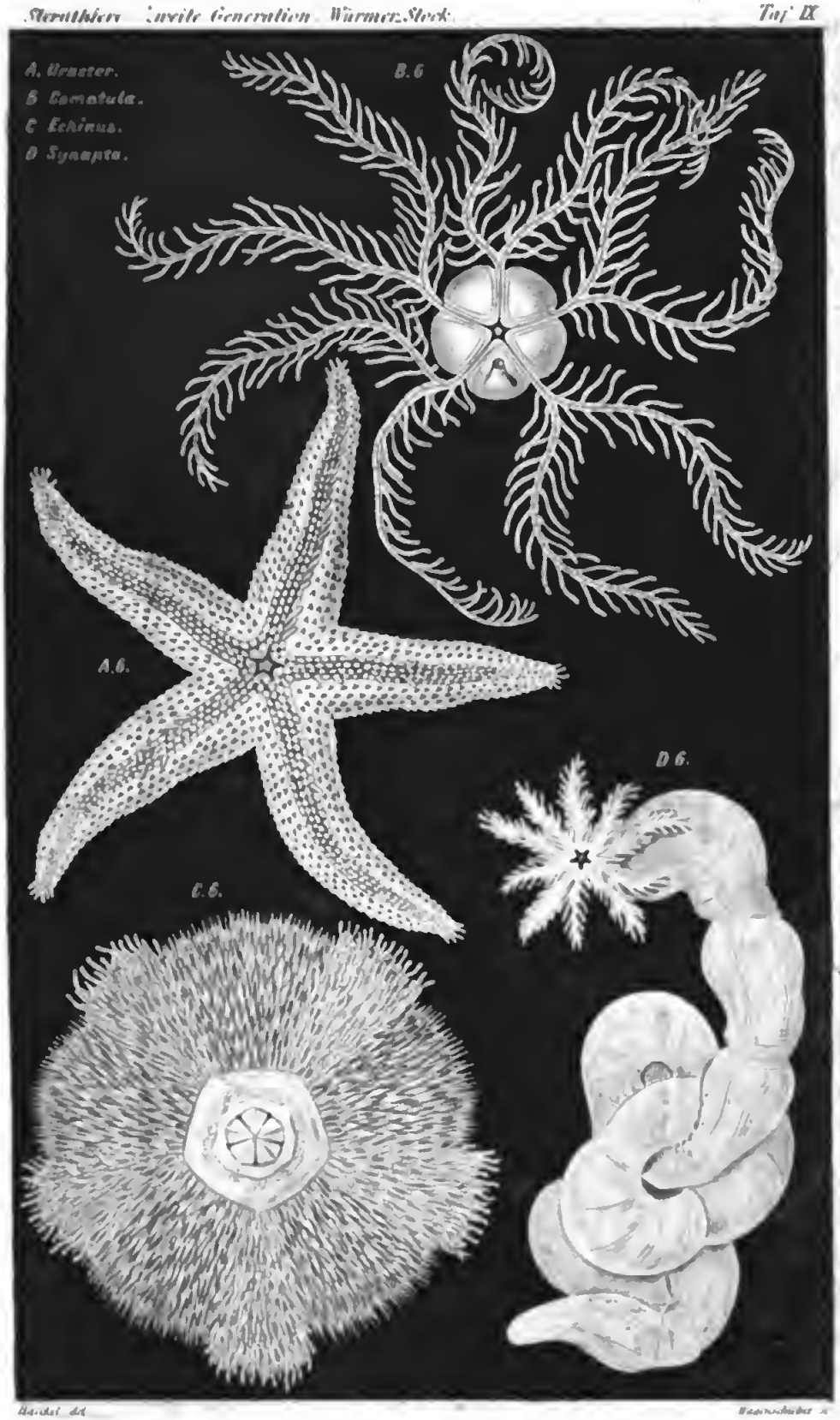
Hauptclaſſen der Sternthiere	Claſſen der Sternthiere	Ordnungen der Sternthiere	Gattungsnamen als Beiſpiele
I. Urſternthiere Protestrellae Sternthiere ohne innere Centraliſation	I. Seeſterne *Asteriae*	1. Aeltere Seeigel *Palasteriae*	Helminthaster, Brisinga
		2. Jüngere Seeigel *Colasteriae*	Ophidiaster, Astropecten
II. Blumen-Sternthiere Anthestrellae Sternthiere mit theilweiſer innerer Centraliſation	II. Seeſtrahlen *Ophiurae*	3. Unveräſtelte Seeſtrahlen *Ophianthi*	Ophiolepis, Ophioderma
		4. Veräſtelte Seeſtrahlen *Euryaleae*	Astroporpa, Astrophytum
	III. Seelilien *Crinoida*	5. Langarmige Seelilien *Anthoidea*	Pentacrinus, Comatula
		6. Kurzarmige Seelilien *Cystoidea*	Agelacrinus, Sphaeronites
III. Kapſel-Sternthiere Thecestrellae Sternthiere mit vollſtändiger innerer und äußerer Centraliſation	IV. Seeknoſpen *Blastoida*	7. Regelmäßige Seeknoſpen *Eublastoida*	Pentremites, Elaeacrinus
		8. Zweiſeitige Seeknoſpen *Dysblastoida*	Codonaster, Eleutherocrinus
	V. Seeigel *Echini*	9. Aeltere Seeigel *Palechini*	Melonites, Protechinus
		10. Jüngere Seeigel *Opsechini*	Sphaerechinus, Spatangus
	VI. Seegurken *Holothuriae*	11. Seegurken mit Füßchen *Eupodia*	Pentacta, Rhopalodina
		12. Seegurken ohne Füßchen *Apodia*	Molpadia, Synapta


Echini
Seeigel
Opsechini
Holothuriae
Seegurken
Apodia
Ophiurae
Seeſtrahlen
Euryalene
Blastoida
Seeknospen
Dysblastoida
Palechini
Eupodia
Ophianthi
Palechini
Eublastoida
Ophianthi
Crinoida
Seelilien
Cystoidea
Asteriae
Seeſterne
Colasteriae
Anthoidea
Palasteriae
Palasterinae
Phractelminthes
Coelomati
Acoelomi
Gastraea

Einige ihrer wichtigsten ontogenetischen Verhältnisse sind auf Taf. VIII und IX vergleichend dargestellt. (Vergl. die nähere Erklärung derselben unten im Anhang.) Fig. A auf Taf. IX zeigt Ihnen einen gewöhnlichen Seestern (Uraster), Fig. B eine Seelilie (Comatula), Fig. C einen Seeigel (Echinus) und Fig. D eine Seegurke (Synapta). Trotz der außerordentlichen Formverschiedenheit, welche diese vier Sternthiere zeigen, ist dennoch der Anfang der Entwickelung bei allen ganz gleich. Aus dem Ei entwickelt sich eine Gastrula, und aus dieser eine Thierform, welche gänzlich von dem ausgebildeten Sternthiere verschieden, dagegen den bewimperten Larven gewisser Wurmthiere (Sternwürmer) und Ringelwürmer höchst ähnlich ist. Die sonderbare Thierform wird gewöhnlich als „Larve", richtiger aber als „Amme" der Sternthiere bezeichnet. Sie ist sehr klein, durchsichtig, schwimmt mittelst einer Wimperschnur im Meere umher, und ist stets aus zwei symmetrisch gleichen Körperhälften, aus einem „Antimeren-Paar", zusammengesetzt. Das erwachsene Sternthier dagegen, welches vielmals (oft mehr als hundertmal) größer und ganz undurchsichtig ist, kriecht auf dem Grunde des Meeres und ist stets aus mindestens fünf gleichen Stücken (aus fünf Paar Antimeren) strahlig zusammengesetzt. Taf. VIII zeigt die Entwickelung der Ammen von den auf Taf. IX abgebildeten vier Sternthieren.

Das ausgebildete Sternthier entsteht nun durch einen sehr merkwürdigen Knospungs-Proceß im Innern der Amme, von welcher dasselbe wenig mehr als den Magen beibehält. Die Amme oder die fälschlich sogenannte „Larve" der Echinodermen ist demnach als ein solitärer Wurm aufzufassen, welcher durch innere Knospenbildung eine zweite Generation in Form eines Stockes von sternförmig verbundenen Würmern erzeugt. Dieser ganze Proceß ist echter Generationswechsel oder Metagenesis, keine „Metamorphose", wie gewöhnlich unrichtig gesagt wird. Denn nur durch wirkliche Vermehrung, nicht durch bloße Verwandlung, können aus einem Antimeren-Paar (oder aus einem „Paramer") deren fünf entstehen. Ein ähnlicher Generationswechsel findet sich auch noch bei anderen


A 1
B 1
C 1.
D. 1
A 2
B. 2
C. 2.
D. 2
A. 3.
B. 3.
C 3.
D. 3.
A 4
B 4
C 4
D 4
A 5.
B 5.
C 5.
D 5


A. Uraster.
B Comatula.
C Echinus.
D Synapta.
B.6
A.6.
D 6.
C.6.

Würmern, nämlich bei einigen Sternwürmern (Sipunculiden) und Schnurwürmern (Nemertinen). Erinnern wir uns nun des biogenetiſchen Grundgeſetzes (S. 361) und beziehen wir die Ontogenie der Echinodermen auf ihre Phylogenie, ſo wird uns auf einmal die ganze hiſtoriſche Entwickelung der Sternthiere klar und verſtändlich, während ſie ohne jene Hypotheſe ein unlösbares Räthſel bleibt (vergl. Gen. Morph. II, S. 95—99).

Außer den angeführten Gründen legen auch noch viele andere Thatſachen (beſonders aus der vergleichenden Anatomie der Echinodermen) das deutlichſte Zeugniß für die Richtigkeit meiner Hypotheſe ab. Ich habe dieſe Stammhypotheſe 1866 aufgeſtellt, ohne eine Ahnung davon zu haben, daß auch noch verſteinerte Gliedwürmer exiſtiren, welche jenen hypothetiſch vorausgeſetzten Stammformen zu entſprechen ſcheinen. Solche ſind aber inzwiſchen wirklich bekannt geworden. In einer Abhandlung „über ein Aequivalent der takoniſchen Schiefer Nordamerikas in Deutſchland" beſchrieben 1867 Geinitz und Liebe eine Anzahl von gegliederten ſiluriſchen Würmern, welche den von mir gemachten Vorausſetzungen entſprechen. Dieſe höchſt merkwürdigen Würmer kommen in den ſiluriſchen Dachſchiefern von Wurzbach im reußiſchen Oberlande zahlreich in vortrefflich erhaltenem Zuſtande vor. Sie haben den Bau eines gegliederten Seeſternarms, und müſſen offenbar einen feſten Hautpanzer, ein viel härteres und feſteres Hautſkelet beſeſſen haben, als es ſonſt bei den Würmern vorkommt. Die Zahl der Körperglieder oder Metameren iſt ſehr beträchtlich, ſo daß die Würmer bei einer Breite von ¼—½ Zoll eine Länge von 2—3 Fuß und mehr erreichen. Die vortrefflich erhaltenen Abdrücke, namentlich von Phyllodocites thuringiacus und Crossopodia Henrici, gleichen auffallend den ſkeletirten Armen mancher gegliederten Seeſterne (Colastra). Ich bezeichne dieſe uralte Würmergruppe, zu welcher vermuthlich die Stammväter der Seeſterne gehört haben, als Panzerwürmer (Phracthelminthes, S. 468, 469).

Da die Claſſe der Seeſterne die urſprüngliche Form des ſtern-

förmigen Wurmſtockes am getreueſten erhalten hat, und da ihnen noch die innere Centraliſation der übrigen Sternthiere fehlt, ſo kann man ſie als beſondere Hauptklaſſe, als Urſternthiere (Protestrellae) allen übrigen entgegenſtellen. Dieſe letzteren bilden dann die beiden Hauptclaſſen der Blumenſternthiere (Anthestrellae) und Kapſelſternthiere (Thecestrellae), jene mit unvollſtändiger, dieſe mit vollſtändiger Centraliſation der Organe. Die Blumenſternthiere (Anthestrellae) bilden die beiden Klaſſen der Seeſtrahlen und Seelilien. Die Seeſtrahlen (Ophiurae) ſtehen den Seeſternen noch ſehr nahe; doch iſt die centrale Scheibe ſchon ſcharf von den fünf Armen abgeſetzt. Weiter entfernen ſich von ihnen die Seelilien (Crinoida), welche die freie Ortsbewegung der übrigen Sternthiere aufgegeben, ſich feſtgeſetzt, und dann einen mehr oder minder langen Stiel entwickelt haben. Dadurch ſind ſie in vielen Beziehungen ſtark rückgebildet worden. Einige Seelilien (z. B. die Comateln, Fig. B auf Taf. VIII und IX) löſen ſich jedoch ſpäterhin von ihrem Stiele wieder ab. Die urſprünglichen Wurmindividuen ſind zwar bei den Ophiuren und Crinoiden nicht mehr ſo ſelbſtſtändig und ausgebildet erhalten, wie bei den Seeſternen; aber dennoch bilden ſie ſtets mehr oder minder gegliederte, von der gemeinſamen Mittelſcheibe abgeſetzte Arme.

Die dritte Hauptclaſſe der Echinodermen bilden die Kapſel-Sternthiere (Thecestrellae), die drei Claſſen der Seeknospen, Seeigel und Seegurken. Hier ſind ſtets die gegliederten Arme nicht mehr als ſelbſtſtändige Körpertheile erkennbar, vielmehr durch weitgehende Centraliſation des Stockes vollkommen in der Bildung der gemeinſamen aufgeblaſenen Mittelſcheibe aufgegangen, ſo daß dieſe jetzt als eine einfache armloſe Büchſe oder Kapſel erſcheint. Der urſprüngliche Individuenſtock iſt ſcheinbar dadurch wieder zum Formwerth eines einfachen Individuums, einer einzelnen Perſon, herabgeſunken. Die Seeknospen (Blastoida) ſind uns nur in verſteinertem Zuſtande bekannt, wahrſcheinlich aus einer Abtheilung der Anthestrellen, entweder der Ophiuren oder der Crinoiden entſtanden.

Dagegen ist wahrscheinlich aus einem Zweige der Asteriden die formenreiche Classe der Seeigel (Echinida) hervorgegangen. Sie führt ihren Namen von den zahlreichen, oft sehr großen Stacheln, welche die feste, aus Kalkplatten sehr zierlich zusammengesetzte Schale bedecken (Fig. C, Taf. VIII und IX). Die Schale selbst hat die Grundform einer fünfseitigen Pyramide. Die einzelnen Abtheilungen der Seeigel bestätigen in ihrer historischen Aufeinanderfolge, eben so wie die einzelnen versteinert erhaltenen Gruppen der Seelilien und Seesterne, in ausgezeichneter Weise die Gesetze des Fortschritts und der Differenzirung. (Gen. Morph. II, Taf. IV.)

Während uns die Geschichte dieser Sternthierclassen durch die zahlreichen und vortrefflich erhaltenen Versteinerungen sehr genau erzählt wird, wissen wir dagegen von der geschichtlichen Entwickelung der letzten Classe, der Seegurken (Holothuriae), fast Nichts. Aeußerlich zeigen diese sonderbaren gurkenförmigen Sternthiere eine trügerische Aehnlichkeit mit Würmern (Fig. D, Taf. VIII und IX). Die Skeletbildung der Haut ist hier sehr unvollkommen und daher konnten keine deutlichen Reste von ihrem langgestreckten walzenförmigen wurmähnlichen Körper in fossilem Zustande erhalten bleiben. Dagegen läßt sich aus der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Holothurien erschließen, daß dieselben wahrscheinlich aus einer Abtheilung der Seeigel durch Erweichung und Rückbildung des Hautskelets entstanden sind.

Von den Sternthieren wenden wir uns zu dem fünften und höchst entwickelten Stamm unter den wirbellosen Thieren, zu dem Phylum der Gliederthiere (Articulata). Unter diesem Namen faßte zuerst Cuvier 1817 vier Classen von wirbellosen Thieren zusammen, die sich alle durch die auffallende äußere Gliederung ihres Körpers und durch ein charakteristisches Nervensystem, ein Bauchmark mit Schlundring, auszeichnen. Jene vier Classen waren die Ringelwürmer (Annelida), die Krustenthiere (Crustacea), die Spinnen (Arachnida) und die Insecten (Insecta). Die drei letzten Classen besitzen gegliederte Beine und ihre Leibes-

ringe ſind ſehr ungleichartig. Hingegen iſt die Gliederung der Ringelwürmer mehr gleichartig, und ſie haben entweder gar keine oder nur ungegliederte Beine. Deshalb wurden dieſe letzteren ſpäter gewöhnlich zu den fußloſen Würmern oder Wurmthieren geſtellt; die anderen Gliederthiere aber als beſonderer Typus unter dem Namen Gliederfüßler (Arthropoda) zuſammengefaßt. Die neueren Zoologen unterſchieden in dieſem Typus nach dem Vorgange Brönn's zwei Hauptgruppen, nämlich 1) die Kruſtenthiere (Crustacea), welche Waſſer durch Kiemen athmen; und 2) die Luftrohrthiere (Tracheata), welche Luft durch Luftröhren athmen. Die letzteren wurden in drei Claſſen getheilt, in Tauſendfüßer (Myriapoda), Spinnen (Arachnida) und echte ſechsbeinige Inſecten (Insecta).

Dieſe neuere, gegenwärtig übliche Auffaſſung und Eintheilung der Gliederfüßler oder Arthropoden hat aber in neueſter Zeit durch unſere beſſere Erkenntniß ihrer Entwickelungsgeſchichte wieder eine weſentliche Wendung erfahren. Die Kluft zwiſchen Cruſtaceen und Tracheaten hat ſich immer mehr erweitert, während die letzteren wieder den Anneliden näher gerückt ſind. Entſcheidend iſt hier namentlich die Entdeckung des feineren Baues und der Entwickelung von einer uralten merkwürdigen Gliederthierform geworden, die bisher allgemein zu den Ringelwürmern gerechnet wurde. Das iſt der intereſſante tauſendfußähnliche Peripatus, der in feuchter Erde in den heißen Erdtheilen lebt. Ein verdienſtvoller Zoologe der berühmten Challenger-Expedition, Moſeley, hat gezeigt, daß der Peripatus wirkliche Luftröhren beſitzt und ſo die unmittelbare Verbindung zwiſchen den Ringelwürmern und Luftrohrthieren herſtellt.

In Folge dieſer wichtigen Entdeckung, und in unbefangener vergleichender Würdigung der geſammten Organiſation und Entwickelung halte ich es jetzt für das Richtigſte, den Stamm oder Typus der Gliederfüßler (Arthropoda) aufzugeben und wieder zu der alten Auffaſſung der Gliederthiere (Articulata) von Cuvier zurückzukehren. Mit Berückſichtigung der neueren wichtigen Fort-

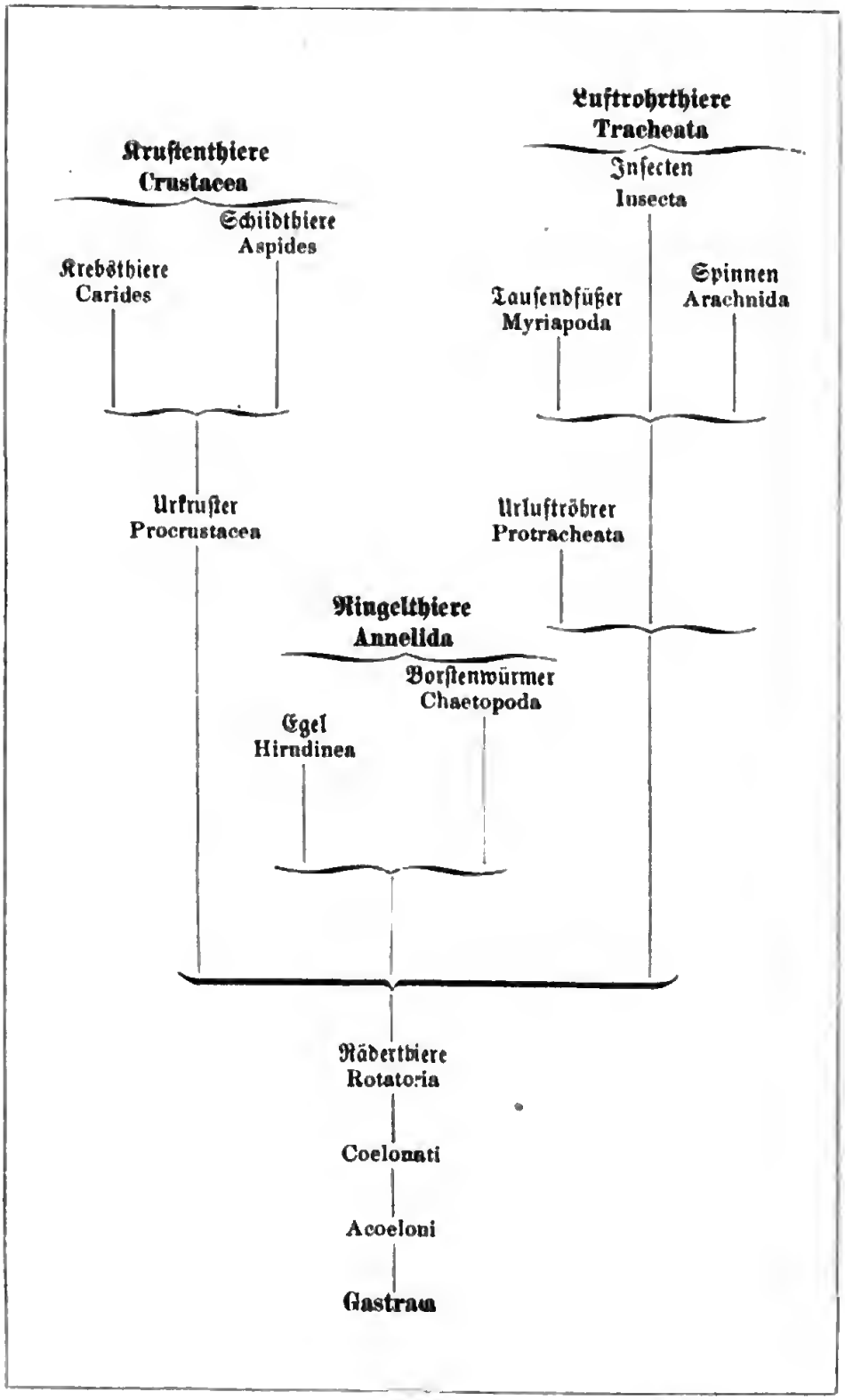
ſchritte in unſerer Kenntniß ihres Körperbaues und ihrer Entwickelung unterſcheide ich unter den Gliederthieren drei Hauptclaſſen: 1. Anneliden, 2. Cruſtaceen und 3. Tracheaten. Die Ringelthiere (Annelida) zerfallen in zwei Claſſen: Egel (Hirudinea) und Borſtenwürmer (Chaetopoda), erſtere ohne Füße, letztere mit ungegliederten Füßen. Die Kruſtenthiere (Crustacea) theile ich ebenfalls in zwei Claſſen: Krebsthiere (Carides) und Schildthiere (Aspides), erſtere mit zwei Paar Fühlhörnern, letztere mit einem Paar. Die Luftrohrthiere endlich (Tracheata) müſſen in vier Claſſen getheilt werden. Die erſte Claſſe bilden die Urluftröhrer (Protracheata), von denen jetzt nur noch der Peripatus lebt, mit zahlreichen ungegliederten Beinpaaren; die zweite Claſſe die Tauſendfüßer (Myriapoda) mit zahlreichen gegliederten Beinpaaren; die dritte Claſſe die Spinnen (Arachnida) mit vier Beinpaaren, und die vierte Claſſe endlich die echten Inſecten (Insecta) mit ſechs Beinpaaren.

Alle dieſe Gliederthiere oder Articulaten ſtimmen darin überein, daß ihr Körper urſprünglich aus einer größeren Zahl (mindeſtens 8—10, oft 20—50 und mehr) Gliedern zuſammengeſetzt iſt, die in der Längsaxe hinter einander liegen und die wir Rumpfſegmente, Ringe oder Metameren nennen. Aeußerlich tritt dieſe Gliederung meiſtens deutlich hervor, indem die Haut von einer feſten Chitin-Hülle umgeben und dieſe zwiſchen je zwei Gliedern ringförmig eingeſchnürt iſt. Noch mehr aber ſpricht ſich die Gliederung in der Wiederholung innerer Organe aus, indem z. B. auf jedes Glied oder Metamer urſprünglich ein Abſchnitt des Gefäßſyſtems, des Muskelſyſtems, des Nervenſyſtems ꝛc. kommt. Höchſt charakteriſtiſch iſt in dieſer Beziehung vor allen die Bildung des centralen Nervenſyſtems, welches ſtets ein Bauchmark mit Schlundring darſtellt. Auf jedes Glied kommt nämlich urſprünglich ein Ganglien-Paar, und alle dieſe Nervenknoten ſind durch Längsfäden zu einer langen Kette verbunden, die auf der Bauchſeite, unter dem Darm verläuft. Der vorderſte Knoten dieſer Kette, der „untere Schlundknoten", liegt im Kopfe, und iſt durch einen ringförmigen, den Schlund umfaſſenden

Syſtematiſche Ueberſicht

über die Claſſen und Ordnungen der Gliederthiere (Articulata).

Hauptclaſſen der Gliederthiere	Characere der Claſſen	Claſſen der Gliederthiere	Ordnungen der Gliederthiere
I. Ringelthiere **Annelida** Stets Schleifencanäle Keine Luftröhren	1. Keine Beine Statt deren Saugnäpfe	1. Egel *Hirudinea*	Rhynchobdellea Gnathobdellea
	2. Zahlreiche ungegliederte Beinpaare oder Borſten	2. Borſtenwürmer *Chaetopoda*	Oligochaeta Polychaeta
II. Kruſtenthiere **Crustacea** Keine Schleifencanäle Keine Luftröhren	3. Nauplius-Keim Zwei Paar Fühlhörner	3. Krebsthiere *Carides*	Branchiopoda Copepoda Cirripeda Edriophthalma Podophthalma
	4. Kein Nauplius-Keim Ein Paar Fühlhörner	4. Schildthiere *Aspides*	Trilobita Merostoma
III. Luftrohrthiere **Tracheata** Keine Schleifencanäle Stets Luftröhren oder Tracheen	5. Zahlreiche ungegliederte Beinpaare	5. Urluftröhrer *Protracheata*	Peripatida
	6. Zahlreiche gegliederte Beinpaare	6. Tauſendfüßer *Myriapoda*	Chilopoda Diplopoda
	7. Vier gegliederte Beinpaare	7. Spinnen *Arachnida*	Arthrogastres Araneae Acarida
	8. Drei gegliederte Beinpaare (und urſprünglich zwei Paar Flügel)	8. Inſecten *Insecta*	Archiptera Neuroptera Orthoptera Coleoptera Hymenoptera Hemiptera Diptera Lepidoptera


Luftrohrthiere
Tracheata
Kruſtenthiere
Crustacea
Inſecten
Insecta
Schildthiere
Aspides
Krebsthiere
Carides
Tauſendfüßer
Myriapoda
Spinnen
Arachnida
Urkruſter
Procrustacea
Urluftröhrer
Protracheata
Ringelthiere
Annelida
Borſtenwürmer
Chaetopoda
Egel
Hirudinea
Rädertbiere
Rotatoria
Coelonati
Acoeloni
Gastraea

Strang, den „Schlundring", mit dem „oberen Schlundknoten", dem oberhalb gelegenen „Urhirn", verbunden.

Die drei Hauptclaſſen der Gliederthiere beſitzen mancherlei Eigenthümlichkeiten, durch die ſie ſich ſcharf unterſcheiden laſſen. Die Ringelthiere ſind namentlich ausgezeichnet durch ihre ſogenannten Schleifencanäle; das ſind Nierencanäle, die in jedem Gliede oder Metamer ſich paarweiſe wiederholen. Die Luftrohrthiere anderſeits ſind ſcharf gekennzeichnet durch ihre merkwürdigen Luftröhren oder Tracheen, die bei keiner anderen Thierklaſſe wiederkehren. Die Kruſtenthiere beſitzen weder die Schleifencanäle der Ringelthiere, noch die Tracheen der Luftrohrthiere; ihre Chitinhülle iſt meiſtens kalkhaltig, kruſtenartig.

Obwohl nun durch dieſe und andere Merkmale die drei Hauptklaſſen der Gliederthiere ziemlich beſtimmt zu unterſcheiden ſind, ſo erſcheinen ſie doch auf der anderen Seite wieder ſo nahe verwandt, daß wir ſie in dem einen Stamme der Articulata vereinigen müſſen. Unzweifelhaft wurzelt dieſer Thierſtamm in dem Stamme der Wurmthiere, und hier ſind es vor allen die intereſſanten kleinen Räderthierchen (Rotatoria), die den Jugendformen der Gliederthiere auffallend gleichen und alſo wahrſcheinlich auch ihren längſt ausgeſtorbenen Stammformen am nächſten ſtehen. Ob aber die Hauptclaſſen alle zuſammen aus einer und derſelben Würmergruppe abzuleiten ſind, oder ob ſie von zwei oder drei verſchiedenen Gruppen der Helminthen abſtammen, das läßt ſich zur Zeit nicht ſicher entſcheiden. Die Ringelwürmer ſind auch ſehr nahe den Archanneliden (Polygordius) und Sternwürmern (Gephyrea) verwandt (ſ. oben S. 468). Selbſt für die einzelnen Claſſen, die wir unter jenen drei Hauptklaſſen unterſcheiden, iſt der einheitliche Urſprung nicht überall feſtgeſtellt. Jedenfalls dürfen wir alle Luftrohrthiere als Nachkommen einer gemeinſamen Stammform betrachten, ebenſo alle Krebsthiere, ebenſo alle Ringelthiere u. ſ. w. Wie man ſich ungefähr den phylogenetiſchen Zuſammenhang derſelben gegenwärtig vorſtellen kann, zeigt der hypothetiſche Stammbaum auf S. 499.

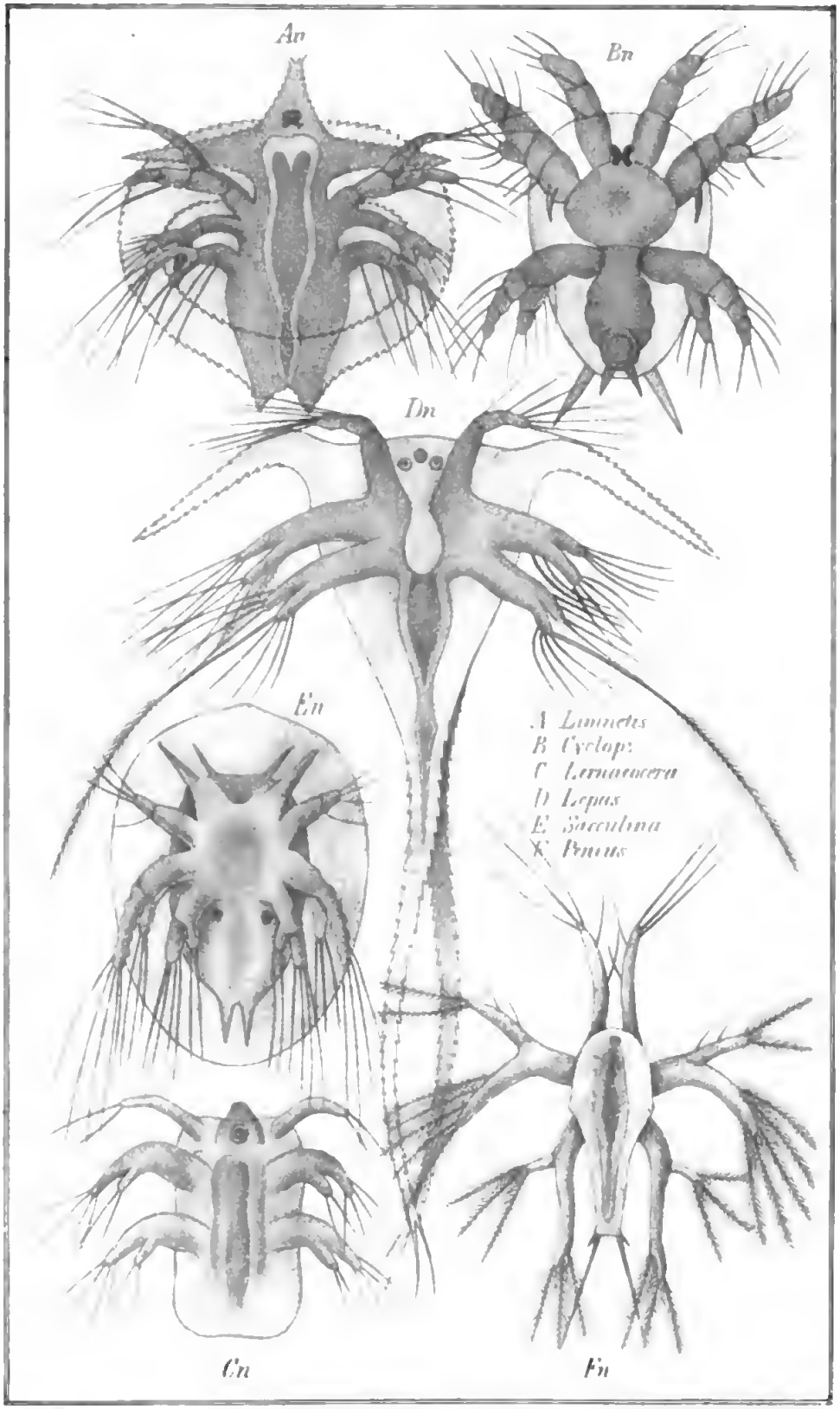
Die Ringelthiere oder Ringelwürmer (Annelida), die früher zu den Helminthen gestellt wurden, zerfallen in zwei umfangreiche Classen, die Egel und Borstenwürmer. Die Egel (Hirudinea), zu denen der medicinische Blutegel und viele andere Parasiten gehören, besitzen keine Beine, dafür aber Sauguäpfe, durch die sie sich ansaugen. Die Borstenwürmer (Chaetopoda), die größtentheils im Meere leben, haben dagegen meistens an jedem Gliede ein oder zwei Paar kurze, ungegliederte Beine, die mit Borstenbündeln bewaffnet sind. Andere Borstenwürmer, wie z. B. der Regenwurm und die Süßwasser-Schlängel, haben bloß Borstenbündel in der Haut, statt der Beine. Alle Ringelwürmer zeichnen sich aus durch die charakteristischen Schleifencanäle, vielgewundene Nierencanäle, von denen auf jedes Metamer ein Paar kommt.

Die Hauptclasse der Krustenthiere (Crustacea) führt ihren Namen von der harten, krustenartigen Hautbedeckung, einem festen, oft verkalkten Chitin-Panzer. Die meisten Krustenthiere leben im Meere, eine geringe Zahl im Süßwasser und auf dem Lande. Sie werden jetzt in zwei Classen getheilt, die Schildthiere oder Aspiden und die Krebsthiere oder Cariden. Die Classe der Schildthiere (Aspides) ist in der Gegenwart nur noch durch eine einzige lebende Gattung, den großen Pfeilschwanz (Limulus) vertreten. Außerdem aber gehören dahin eine Masse von ausgestorbenen Formen, die riesigen Gigantostraken oder Eurypteriden, sowie die uralte Gruppe der Trilobiten oder Paläaden.

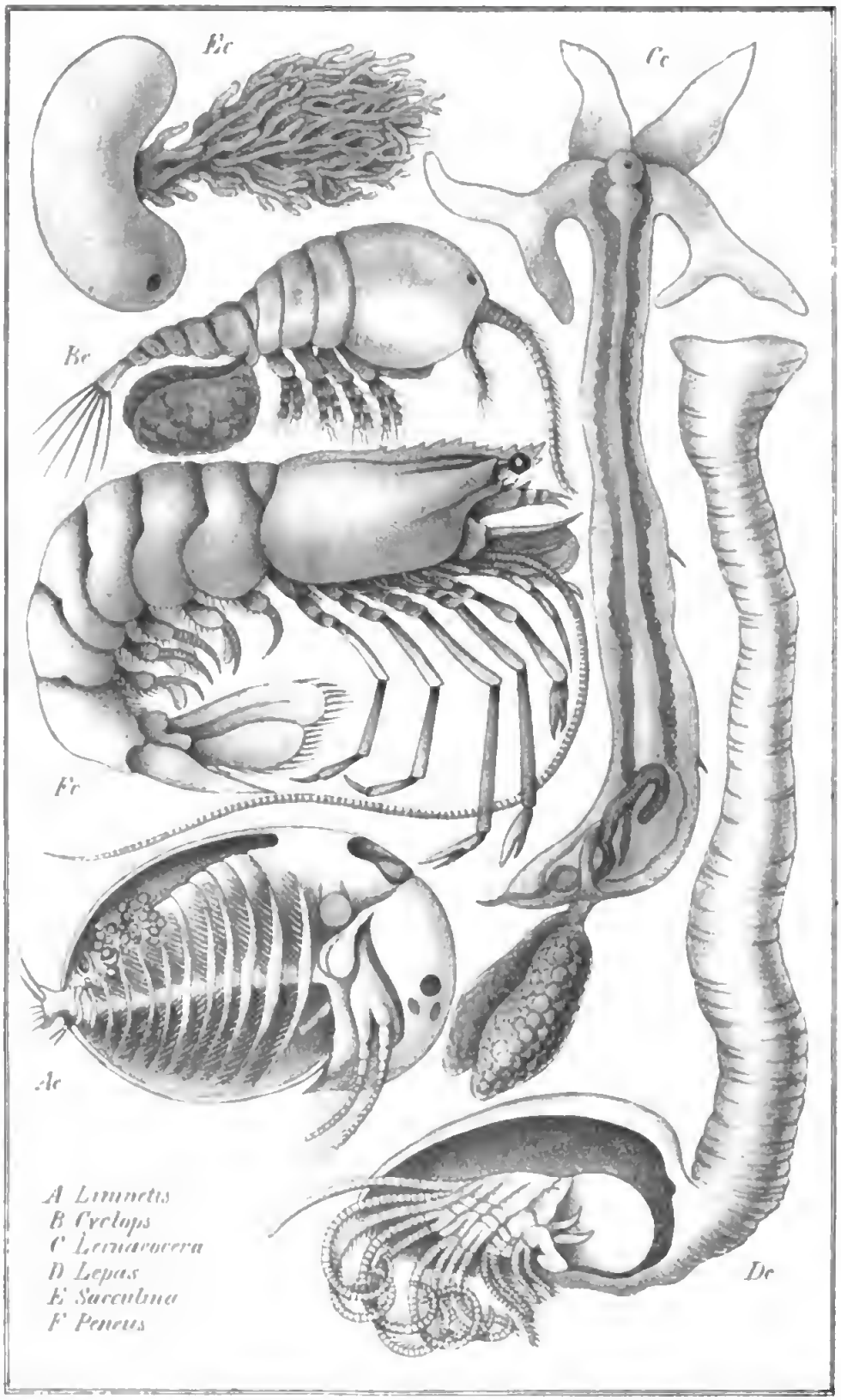
Die zweite Classe der Crustaceen, die Krebsthiere (Carides), enthalten eine viel größere Anzahl von mannichfaltig gestalteten Arten. Die Keimesgeschichte dieser Thiere ist außerordentlich interessant, und verräth uns, eben so wie diejenige der Wirbelthiere, deutlich die wesentlichen Grundzüge ihrer Stammesgeschichte. Fritz Müller hat in seiner ausgezeichneten, bereits angeführten Schrift „Für Darwin“ [18]) dieses merkwürdige Verhältniß vortrefflich erläutert. Die gemeinschaftliche Stammform aller Krebse, welche sich bei den meisten noch heutzutage zunächst aus dem Ei entwickelt, ist ursprünglich eine

und dieſelbe: der ſogenannte Nauplius. Dieſer merkwürdige Urkrebs ſtellt eine ſehr einfache ungegliederte Thierform dar, deren Körper meiſtens die Geſtalt einer rundlichen, ovalen oder birnförmigen Scheibe hat, und auf ſeiner Bauchſeite nur drei Beinpaare trägt. Von dieſen iſt das erſte ungeſpalten, die beiden folgenden Paare gabelſpaltig. Vorn über dem Munde ſitzt ein einfaches unpaares Auge. Trotzdem die verſchiedenen Ordnungen der Cariden-Claſſe in dem Bau ihres Körpers und ſeiner Anhänge ſich ſehr weit von einander entfernen, bleibt dennoch ihre jugendliche Naupliusform immer im Weſentlichen dieſelbe. Werfen Sie, um ſich hiervon zu überzeugen, einen vergleichenden Blick auf Taf. X und XI, deren nähere Erklärung unten im Anhange gegeben wird. Auf Taf. XI ſehen Sie die ausgebildeten Repräſentanten von ſechs verſchiedenen Krebsordnungen, einen Blattfüßer (Limnetis, Fig. Ac), einen Rankenkrebs (Lepas, Fig. Dc), einen Wurzelkrebs (Sacculina, Fig. Ec), einen Ruderkrebs (Cyclops, Fig. Bc), eine Fiſchlaus (Lernaeocera, Fig. Cc) und endlich eine hoch organiſirte Garnele (Peneus, Fig. Fc). Dieſe ſechs Krebſe weichen in der ganzen Körperform, in der Zahl und Bildung der Beine u. ſ. w., wie Sie ſehen, ſehr ſtark von einander ab. Wenn Sie dagegen die aus dem Ei geſchlüpften früheſten Jugendformen oder „Nauplius“ dieſer ſechs verſchiedenen Krebſe betrachten, die auf Taf. X mit entſprechenden Buchſtaben bezeichnet ſind (Fig. An—En), ſo werden Sie durch die große Uebereinſtimmung dieſer letzteren überraſcht ſein. Die verſchiedenen Nauplius-Formen jener ſechs Ordnungen unterſcheiden ſich nicht ſtärker, wie etwa ſechs verſchiedene „gute Species“ einer Gattung. Wir können daher mit Sicherheit auf eine gemeinſame Abſtammung aller jener Ordnungen von einem gemeinſamen Urkrebſe ſchließen, der dem heutigen Nauplius im Weſentlichen gleich gebildet war.

Wie man ſich ungefähr die Abſtammung der auf S. 504 aufgezählten Krebs-Ordnungen von der gemeinſamen Stammform des Nauplius gegenwärtig vorſtellen kann, zeigt Ihnen der gegenüberſtehende Stammbaum (S. 505). Aus der urſprünglich als ſelbſtſtändige Gattung exiſtirenden Nauplius-Form haben ſich als divergente



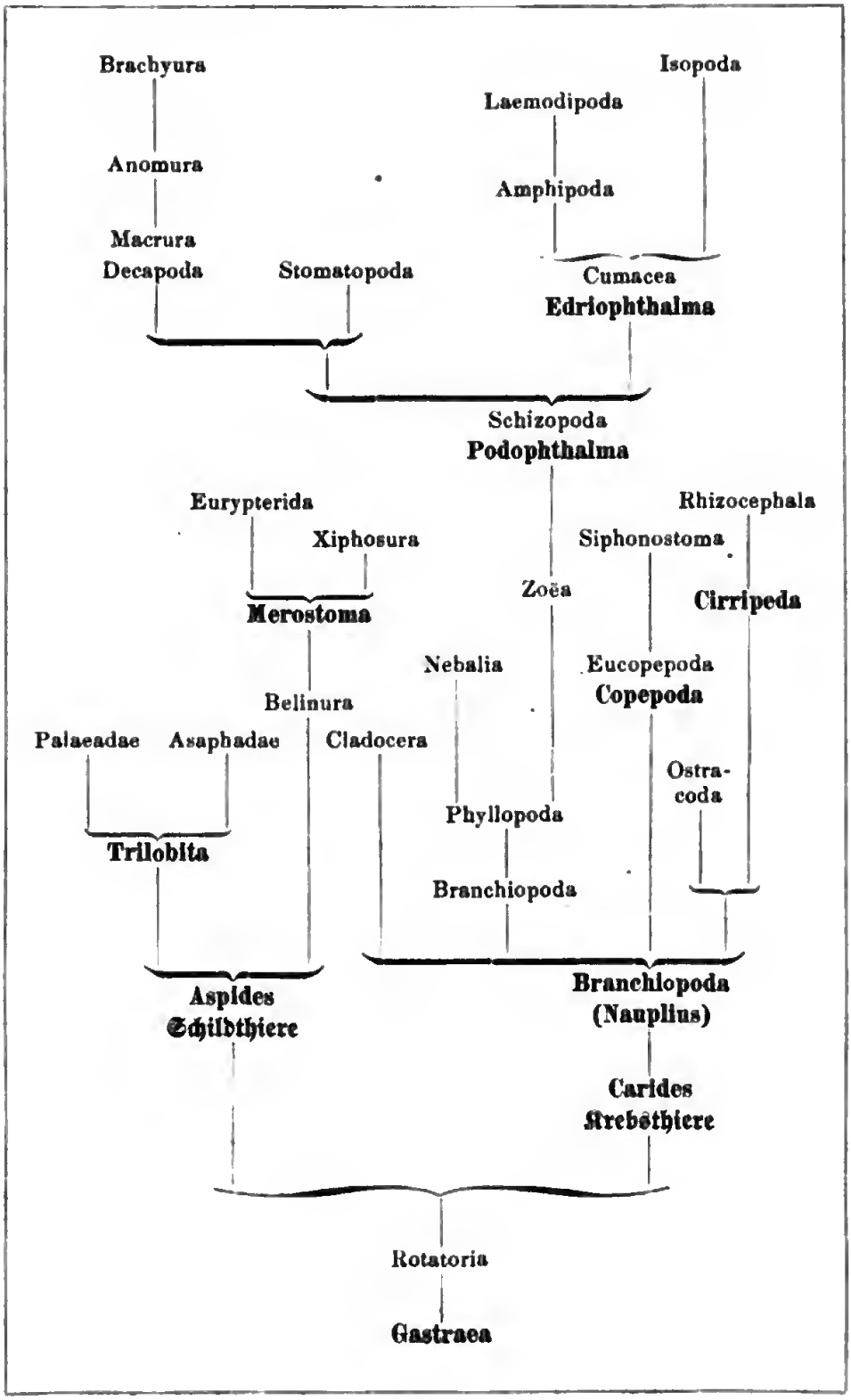
Haecker del. Lith Anst v E Giltsch, Jena



Lith Anst v. F. Gilbert Jena

Syſtematiſche Ueberſicht
über die Kruſtenthiere oder Cruſtaceen.

Claſſen der Cruſtaceen	Legionen der Cruſtaceen	Ordnungen der Cruſtaceen	Ein Gattungsname als Beiſpiel
I. Krebsthiere Carides Mit zwei Antennenpaaren, mit Nauplius-Keimform	I. Branchiopoda Kiemenfüßige Krebſe	1. Archicarides	Nauplius
		2. Phyllopoda	Limnetis
		3. Cladocera	Daphnia
		4. Ostracoda	Cypris
	II. Copepoda Ruderfüßige Krebſe	5. Eucopepoda	Cyclops
		6. Siphonostoma	Lernaeocera
	III. Cirripeda Rankenfüßige Krebſe	7. Pectostraca	Lepas
		8. Rhizocephala	Sacculina
	IV. Edriophthalma Sitzäugige Panzerkrebſe	9. Cumacea	Cuma
		10. Amphipoda	Gammarus
		11. Laemodipoda	Caprella
		12. Isopoda	Oniscus
	V. Podophthalma Stieläugige Panzerkrebſe	13. Zoëpoda	Zoëa
		14. Schizopoda	Mysis
		15. Stomatopoda	Squilla
		16. Decapoda	Astacus
II. Schildthiere Aspides Mit einem Antennenpaar, ohne Nauplius-Keimform	I. Trilobita Scheerenloſe Schildthiere	17. Palaeadae	Paradoxides
		18. Asaphadae	Asaphus
	II. Merostoma Scheerentragende Schildthiere	19. Eurypterida	Pterygotus
		20. Xiphosura	Limulus


Brachyura
Isopoda
Laemodipoda
Anomura
Amphipoda
Macrura
Decapoda
Stomatopoda
Cumacea
Edriophthalma
Schizopoda
Podophthalma
Eurypterida
Rhizocephala
Xiphosura
Siphonostoma
Zoëa
Merostoma
Cirripeda
Nebalia
Eucopepoda
Copepoda
Belinura
Palaeadae
Asaphadae
Cladocera
Ostra-
coda
Phyllopoda
Trilobita
Branchiopoda
Aspides
Schildthiere
Branchiopoda
(Nauplius)
Carides
Krebsthiere
Rotatoria
Gastraea

die letzteren dagegen stets zwei Paar Fühlhörner oder Antennen. Trotzdem ist es wahrscheinlich, daß der Stammbaum beider Crustaceen-Classen doch an der Wurzel zusammenhängt.

Dagegen scheint die dritte Hauptclasse der Gliederthiere, die Luftrohrthiere (Tracheata), aus einer anderen Gruppe von Würmern entsprungen zu sein und schließt sich enger an die erste Hauptclasse, die Ringelthiere, an, insbesondere durch die Protracheaten (Peripatus), die früher zu letzteren gerechnet wurden. Frühestens sind die Tracheaten im Anfang der paläolithischen Zeit, nach Abschluß des archolithischen Zeitraums entstanden, weil alle diese Thiere (im Gegensatz zu den meist wasserbewohnenden Krebsen) ursprünglich Landbewohner sind. Offenbar können sich diese Luftathmer erst entwickelt haben, als nach Verfluß der silurischen Zeit das Landleben begann. Da nun aber fossile Reste von Spinnen und Insecten bereits in den Steinkohlenschichten gefunden werden, so können wir ziemlich genau den Zeitpunkt ihrer Entstehung feststellen. Es muß die Entwickelung der ersten Tracheaten aus kiemenathmenden Würmern zwischen das Ende der Silurzeit und den Beginn der Steinkohlenzeit fallen, also in die devonische Periode.

Ueber die Entstehung und Verwandtschaft der Tracheaten haben wir die wichtigsten Aufschlüsse erst kürzlich durch den merkwürdigen Peripatus erhalten, der zwar schon längere Zeit bekannt, aber erst durch die verdienstvollen Naturforscher der Challenger Expedition genauer untersucht worden ist; namentlich hat Moseley durch Entdeckung seiner Luftröhren und seiner Entwickelung ihm seinen natürlichen Platz im System angewiesen. Früher wurde dieses merkwürdige Thier, welches in der heißen Zone auf der Erde kriechend lebt, zu den Ringelwürmern gerechnet und gleicht ihnen äußerlich in der cylindrischen Form des gleichmäßig geringelten Körpers. Dieser ist aus 20—30 Gliedern oder Metameren zusammengesetzt und trägt eben so viele kurze ungegliederte Fußpaare mit Krallen. Der Kopf ist wenig entwickelt. Ueberall in der Haut unregelmäßig vertheilt finden sich zahlreiche sehr feine Luftlöcher, welche in enge, blind endigende Luft-

röhren-Büſchel hineinführen. Das deutet darauf hin, daß bei dieſen Peripatiden, die als einziges Ueberbleibſel der uralten devoniſchen Urluftrohr-Thiere (Protracheata) zu betrachten ſind, die characteriſtiſchen Luftathmungs-Organe aus Hautdrüſen von Anneliden entſtanden waren, denen ſie auch in der übrigen Organiſation ſehr nahe ſtehen.

Bei den drei übrigen Claſſen der Tracheaten, bei den Myriapoden, Arachniden und Inſecten ſind die Luftröhren oder Tracheen nicht mehr unregelmäßig über die ganze Haut in zahlloſen kleinen Büſcheln vertheilt, ſondern vielmehr regelmäßig in zwei Längsreihen von größeren Büſcheln geordnet. Dieſe münden jederſeits durch eine Reihe von Luftlöchern nach außen, durch welche die Luft in die blind geendigten Röhren eintritt. In jeder der beiden Längsreihen verbinden ſich gewöhnlich die urſprünglich getrennten Büſchel durch Verbindungsröhren oder Anaſtomoſen, und durch ſtärkere Entwickelung und Ausweitung dieſer letzteren entſtehen zwei ſtarke Längsſtämme, die bei vielen Inſecten als Hauptttheil des Luftröhren-Syſtems erſcheinen.

Am nächſten an die Protracheaten oder Peripatiden ſchließen ſich von den übrigen Tracheaten die Tauſendfüßer (Myriapoda) an, die gleich den erſteren an dunkeln, feuchten Orten in und auf der Erde leben. Auch hier iſt der Körper noch ſehr ähnlich den Ringelthieren, aus einer großen Anzahl von gleichmäßig gebildeten Rumpfgliedern oder Metameren zuſammengeſetzt, von denen jedes urſprünglich ein Paar kurze, mit Krallen verſehene Beine trägt. Bei der erſten Ordnung der Tauſendfüßer, bei den Einfachfüßern (Chilopoda) hat ſich dieſes urſprüngliche Verhältniß erhalten. Bei der zweiten Ordnung hingegen, bei den Doppelfüßern (Diplopoda) ſind je zwei Körperringe oder Metameren mit einander paarweiſe verſchmolzen, ſo daß jeder Ring ſcheinbar zwei Beinpaare trägt. Die Zahl derſelben iſt oft ſehr groß, 60—80, bei einigen ſelbſt über hundert. Zu den Chilopoden gehört Scolopendra und Polyzonias, zu den Chilognathen hingegeu Julus und Glomeris.

Während bei den Protracheaten und Myriapoden die Zahl der Ringe und Beinpaare an dem langgeſtreckten wurmförmigen Körper ſtets ſehr groß iſt, erſcheint ſie dagegen ſehr reducirt bei der dritten Tracheaten-Claſſe, den Spinnen (Arachnida). Gewöhnlich ſchreibt man ihnen zum Unterſchiede von den ſtets ſechsbeinigen Inſecten vier Beinpaare zu. Wie jedoch die Scorpionſpinnen und die Geißelſcorpione deutlich zeigen, ſind eigentlich auch bei ihnen, wie bei den Inſecten, nur drei echte Beinpaare vorhanden. Das ſcheinbare vierte Beinpaar der Spinnen (das vorderſte) iſt eigentlich ein Kieferpaar. Unter den heute noch lebenden Spinnen giebt es eine kleine Gruppe, welche wahrſcheinlich der gemeinſamen Stammform der ganzen Claſſe ſehr nahe ſteht. Das iſt die Ordnung der Scorpionſpinnen oder Solifugen (Solpuga, Galeodes), von der mehrere große, wegen ihres giftigen Biſſes ſehr gefürchtete Arten in Afrika und Aſien leben. Der Körper beſteht hier, wie wir es bei dem gemeinſamen Stammvater der Tracheaten vorausſetzen müſſen, aus drei getrennten Abſchnitten, einem Kopfe, welcher ein Paar Antennen (umgewandelt in „Kieferfühler“) und zwei Paar Kiefer trägt, einer Bruſt, an deren drei Ringen drei echte Beinpaare befeſtigt ſind, und einem vielgliedrigen Hinterleibe. In der Gliederung des Leibes ſtehen demnach die Solifugen eigentlich den Inſecten näher, als den übrigen Spinnen; nur ein Kieferpaar iſt verloren gegangen. Aus den devoniſchen Urſpinnen, welche den heutigen Solifugen nahe verwandt waren, haben ſich wahrſcheinlich als drei divergente Zweige die Streckſpinnen, Weberſpinnen und Schneiderſpinnen entwickelt. (S. 511.)

Die Streckſpinnen (Arthrogastres) erſcheinen als die älteren und urſprünglicheren Formen, bei denen ſich die frühere Leibesgliederung beſſer erhalten hat, als bei den Rundſpinnen. Die wichtigſten Formen dieſer Unterclaſſe ſind die Scorpione, welche durch die Phryniden oder Geißelſcorpione mit den Solifugen verbunden werden. Als ein rückgebildeter Seitenzweig erſcheinen die kleinen Bücherſcorpione, welche unſere Bibliotheken und Herbarien bewohnen. In der Mitte zwiſchen den Scorpionen und den Rundſpinnen ſtehen die

Digitized by Google

langbeinigen Schneiderspinnen (Opiliones), welche vielleicht aus einem besonderen Zweige der Solifugen entstanden sind. Die Pycnogoniden oder Spinnenkrebse und die Arktisken oder Bärwürmer, welche man gewöhnlich noch jetzt unter den Spinnen aufführt, sind von dieser Classe ganz auszuschließen. Die ersteren sind wahrscheinlich unter die Crustaceen, die letzteren unter die Ringelthiere zu stellen.

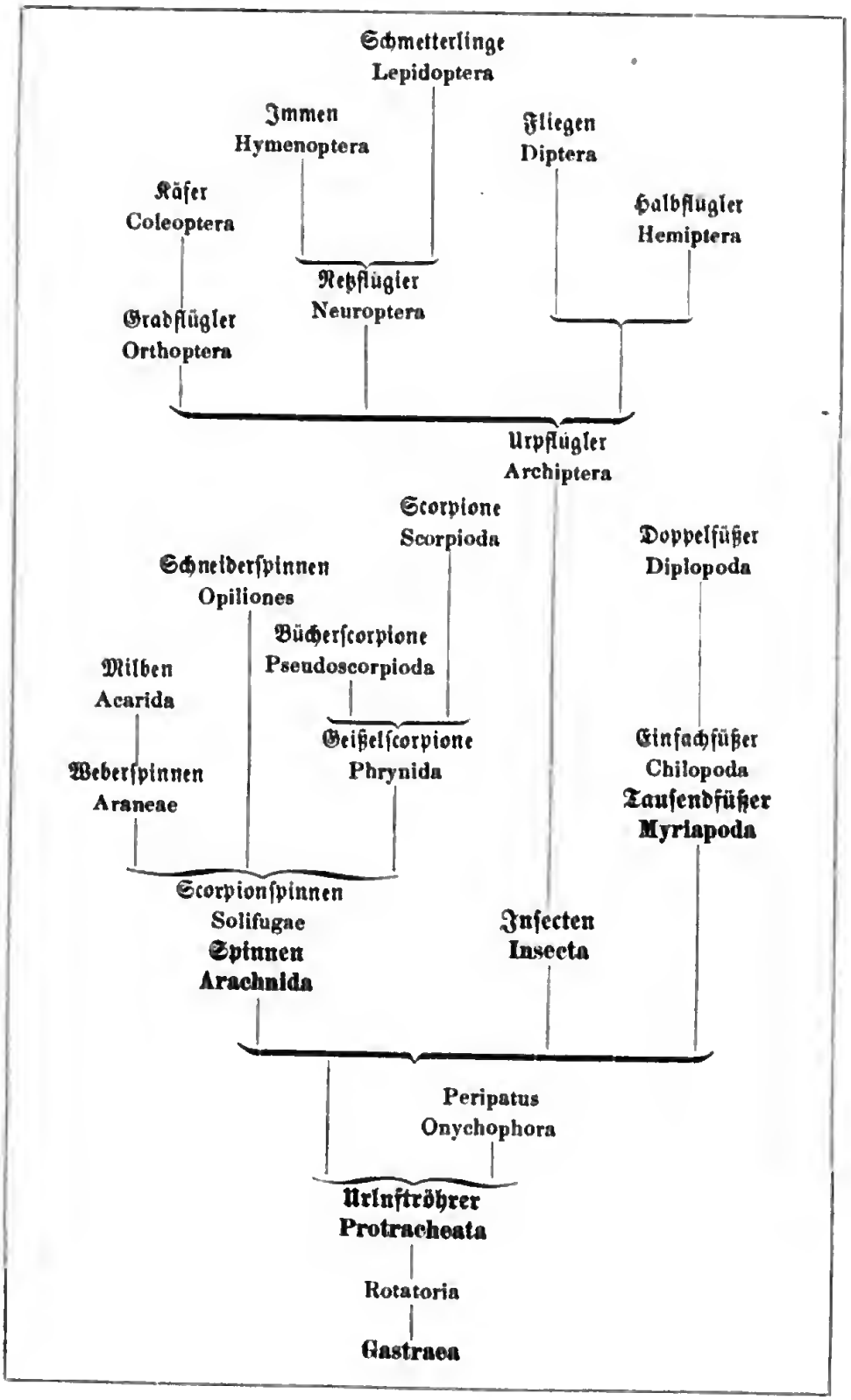
Versteinerte Reste von Streckspinnen finden sich bereits in der Steinkohle. Dagegen kommt die zweite Unterclasse der Arachniden, die Weberspinnen (Araneae), versteinert zuerst im Jura, also sehr viel später, vor. Sie haben sich wahrscheinlich aus einem Zweige der Solifugen dadurch entwickelt, daß die Leibesringe mehr oder weniger mit einander verschmolzen. Bei den eigentlichen Weberspinnen, welche wir wegen ihrer feinen Webekünste bewundern, geht die Verschmelzung der Rumpfglieder oder Metameren so weit, daß der Rumpf nur noch aus zwei Stücken besteht, einer Kopfbrust, welche die Kiefer und die vier Beinpaare trägt, und einem anhangslosen Hinterleib, an welchem die Spinnwarzen sitzen. Bei den Milben (Acarida), welche wahrscheinlich aus einem verkümmerten Seitenzweige der Weberspinnen durch Entartung (insbesondere durch Schmarotzerleben) entstanden sind, verschmelzen sogar noch diese beiden Rumpfstücke mit einander zu einer ungegliederten Masse.

Die dritte und letzte Classe unter den tracheenathmenden Arthropoden ist die der Insecten (Insecta oder Hexapoda), die umfangreichste von allen Thierclassen, und nächst derjenigen der Säugethiere auch die wichtigste von allen. Trotzdem die Insecten eine größere Mannichfaltigkeit von Gattungen und Arten entwickeln, als die übrigen Thiere zusammengenommen, sind das alles doch im Grunde nur oberflächliche Variationen eines einzigen Themas, welches in seinen wesentlichen Charakteren sich ganz beständig erhält. Bei allen Insecten sind die drei Abschnitte des Rumpfes, Kopf, Brust und Hinterleib deutlich getrennt. Der Hinterleib oder das Abdomen trägt, wie bei den Spinnen, gar keine gegliederten Anhänge. Der mittlere Abschnitt, die Brust oder der Thorax, trägt auf der Bauchseite die

Syſtematiſche Ueberſicht
über die Luftrohrthiere oder Tracheaten.

Claſſen der Tracheaten	Unterclaſſen der Tracheaten	Ordnungen der Tracheaten	Gattungsnamen als Beiſpiele
I. Urluftröhrer *Protracheata*	I. Stamminſecten *Onychophora*	1. Peripatiden *Peripatida*	Properipatus, Peripatus
II. Tauſendfüßer *Myriapoda*	II. Einfachfüßer *Chilopoda*	2. Einfachfüßer *Chilopoda*	Scolopendra, Geophilus
	III. Doppelfüßer *Diplopoda*	3. Doppelfüßer *Diplopoda*	Julus, Polydesmus
III. Spinnen *Arachnida*	IV. Streckſpinnen *Arthrogastres*	4. Scorpionſpinnen *Solifugae*	Soipuga, Galeodes
		5. Geißelſcorpione *Phrynida*	Phrynus, Thelyphonus
		6. Scorpione *Scorpioda*	Scorpio, Buthus
		7. Bücherſcorpione *Pseudoscorpioda*	Obisium, Chelifer
		8. Schneiderſpinnen *Opilionida*	Phalangium, Opilio
	V. Weberſpinnen *Araneae*	9. Vierlunger *Tetrapneumones*	Mygale, Cteniza
		10. Zweilunger *Dipneumones*	Epeira, Tegenaria
	VI. Milben *Acarida*	11. Rundmilben *Sphaeracara*	Sarcoptes, Demodex
		12. Streckmilben *Macracara*	Linguatula, Pentastoma
VI. Inſecten *Insecta* oder *Hexapoda*	VII. Kauende Inſecten *Masticantia*	13. Urflügler *Archiptera*	Ephemera, Libellula
		14. Netzflügler *Neuroptera*	Hemerobius, Phryganea
		15. Gradflügler *Orthoptera*	Locusta, Forficula
		16. Käfer *Coleoptera*	Cicindela, Melolontha
		17. Hautflügler *Hymenoptera*	Apis, Formica
	VIII. Saugende Inſecten *Sugentia*	18. Halbflügler *Hemiptera*	Aphis, Cimex
		19. Fliegen *Diptera*	Culex, Musca
		20. Schmetterlinge *Lepidoptera*	Bombyx, Papilio

Digitized by Google


Schmetterlinge
Lepidoptera
Immen
Hymenoptera
Fliegen
Diptera
Käfer
Coleoptera
Halbflügler
Hemiptera
Netzflügler
Neuroptera
Grabflügler
Orthoptera
Urpflügler
Archiptera
Scorpione
Scorpioda
Doppelfüßer
Diplopoda
Schneiderspinnen
Opiliones
Bücherscorpione
Pseudoscorpioda
Milben
Acarida
Geißelscorpione
Phrynida
Einfachfüßer
Chilopoda
Weberspinnen
Araneae
Tausendfüßer
Myriapoda
Scorpionspinnen
Solifugae
Spinnen
Arachnida
Insecten
Insecta
Peripatus
Onychophora
Urluftröhrer
Protracheata
Rotatoria
Gastraea

drei Beinpaare, auf der Rückenseite ursprünglich zwei Flügelpaare. Freilich sind bei sehr vielen Insecten eines oder beide Flügelpaare verkümmert, oder selbst ganz verschwunden. Allein die vergleichende Anatomie der Insecten zeigt uns deutlich, daß dieser Mangel erst nachträglich durch Verkümmerung der Flügel entstanden ist, und daß alle jetzt lebenden Insecten von einem gemeinsamen Stamminsect abstammen, welches drei Beinpaare und zwei Flügelpaare besaß (vergl. S. 256). Diese Flügel, welche die Insecten so auffallend vor den übrigen Gliederthieren auszeichnen, sind selbstständige Rücken-Gliedmaßen (dorsale Extremitäten) und entstanden ursprünglich wahrscheinlich aus den blattförmigen Tracheenkiemen, welche wir noch heute an den im Wasser lebenden Larven der Eintagsfliegen (Ephemera) beobachten.

Der Kopf der Insecten trägt allgemein außer den Augen ein Paar gegliederte Fühlhörner oder Antennen, und außerdem auf jeder Seite des Mundes drei Kiefer. Diese drei Kieferpaare, obgleich bei allen Insecten aus derselben ursprünglichen Grundlage entstanden, haben sich durch verschiedenartige Anpassung bei den verschiedenen Ordnungen zu höchst mannichfaltigen und merkwürdigen Formen umgebildet, so daß man sie hauptsächlich zur Unterscheidung und Characteristik der Hauptabtheilungen der Classe verwendet. Zunächst kann man als zwei Hauptabtheilungen Insecten mit kauenden Mundtheilen (Masticantia) und Insecten mit saugenden Mundwerkzeugen (Sugentia) unterscheiden. Bei genauerer Betrachtung kann man noch schärfer jede dieser beiden Abtheilungen in zwei Untergruppen vertheilen. Unter den Kauinsecten oder Masticantien können wir die beißenden und die leckenden unterscheiden. Zu den Beißenden (Mordentia) gehören die ältesten und ursprünglichsten Insecten, die vier Ordnungen der Urflügler, Netzflügler, Gradflügler und Käfer. Die Leckenden (Lambentia) werden bloß durch die eine Ordnung der Hautflügler gebildet. Unter den Sauginsecten oder Sugentien können wir die beiden Gruppen der stechenden und schlürfenden unterscheiden. Zu den Stechenden (Pungentia) gehören die beiden

Ordnungen der Halbflügler und Fliegen, zu den Schlürfenden (Sorbentia) bloß die Schmetterlinge.

Den älteſten Inſecten, welche die Stammformen der ganzen Claſſe enthalten, ſtehen von den heute noch lebenden Inſecten am nächſten die beißenden, und zwar die Ordnung der Urflügler (Archiptera oder Pseudoneuroptera). Dahin gehören vor allen die Eintagsfliegen (Ephemera), deren im Waſſer lebende Larven uns wahrſcheinlich noch heute in ihren blattförmigen Tracheenkiemen die Organe zeigen, aus denen die Inſectenflügel entſtanden. Ferner gehören in dieſe Ordnung die bekannten Waſſerjungfern oder Libellen, die flügelloſen Zuckergäſte (Lepisma) und Springſchwänze (Collembola), die Blaſenfüßer (Physopoda), und die gefürchteten Termiten, von denen ſich verſteinerte Reſte ſchon in der Steinkohle finden. Unmittelbar hat ſich wahrſcheinlich aus den Urflüglern die Ordnung der Netzflügler (Neuroptera) entwickelt, welche ſich von ihnen weſentlich nur durch die vollkommene Verwandlung unterſcheiden. Es gehören dahin die Florfliegen (Planipennia), die Schmetterlingsfliegen (Phryganida), und die Fächerflügler (Strepsiptera). Foſſile Inſecten, welche den Uebergang von den Urflüglern (Libellen) zu den Netzflüglern (Sialiden) vermitteln, kommen ſchon in der Steinkohle vor (Dictyophlebia).

Aus einem anderen Zweige der Urflügler hat ſich durch Differenzirung der beiden Flügelpaare ſchon frühzeitig die Ordnung der Gradflügler (Orthoptera) entwickelt. Dieſe Abtheilung beſteht aus der formenreichen Gruppe der Schaben, Heuſchrecken, Grillen u. ſ. w. (Ulonata), und aus der kleinen Gruppe der bekannten Ohrwürmer (Labidura), welche durch die Kneifzange am hinteren Körperende ausgezeichnet ſind. Sowohl von Schaben als von Grillen und Heuſchrecken kennt man Verſteinerungen aus der Steinkohle.

Auch die vierte Ordnung der beißenden Inſecten, die der Käfer (Coleoptera), kommt bereits in der Steinkohle verſteinert vor. Dieſe außerordentlich umfangreiche Ordnung, der bevorzugte Liebling der Inſectenliebhaber und Sammler, zeigt am deutlichſten von allen,

welche unendliche Formenmannichfaltigkeit sich durch Anpassung an verschiedene Lebensverhältnisse äußerlich entwickeln kann, ohne daß deshalb der innere Bau und die Grundform des Körpers irgendwie wesentlich umgebildet wird. Wahrscheinlich haben sich die Käfer aus einem Zweige der Gradflügler entwickelt, von denen sie sich wesentlich nur durch ihre vollkommene Verwandlung unterscheiden.

An diese vier Ordnungen der beißenden Insecten schließt sich nun zunächst die eine Ordnung der leckenden Insecten an, die interessante Gruppe der Immen oder Hautflügler (Hymenoptera). Dahin gehören diejenigen Insecten, welche sich durch ihre entwickelten Culturzustände, durch ihre weitgehende Arbeitstheilung, Gemeindebildung und Staatenbildung zu bewunderungswürdiger Höhe des Geisteslebens, der intellectuellen Vervollkommnung und der Characterstärke erhoben haben und dadurch nicht allein die meisten Wirbellosen, sondern überhaupt die meisten Thiere übertreffen. Es sind das vor allen die Ameisen und die Bienen, sodann die Wespen, Blattwespen, Holzwespen, Schlupfwespen, Gallwespen u. s. w. Sie kommen zuerst versteinert im Jura vor, in größerer Menge jedoch erst in den Tertiärschichten. Wahrscheinlich haben sich die Hautflügler aus einem Zweige entweder der Urflügler oder der Netzflügler entwickelt.

Von den beiden Ordnungen der stechenden Insecten, den Hemipteren und Dipteren, ist die ältere diejenige der Halbflügler (Hemiptera), auch Schnabelkerfe (Rhynchota) genannt. Dahin gehören die drei Unterordnungen der Blattläuse (Homoptera), der Wanzen (Heteroptera), und der Läuse (Pediculina). Von ersteren beiden finden sich fossile Reste schon im Jura. Aber schon im permischen System kommt ein merkwürdiges Insect vor (Eugereon), welches auf die Abstammung der Hemipteren von den Neuropteren hinzudeuten scheint. Vermuthlich sind von den drei Unterordnungen der Hemipteren die ältesten die Homopteren, zu denen außer den eigentlichen Blattläusen auch noch die Schildläuse, die Blattflöhe und die Zirpen oder Cicaden gehören. Aus zwei verschiedenen Zweigen der Homopteren werden sich die Läuse durch weitgehende Entar-

tung (vorzüglich Verlust der Flügel), die Wanzen dagegen durch Vervollkommnung (Sonderung der beiden Flügelpaare) entwickelt haben.

Die zweite Ordnung der stechenden Insecten, die Fliegen oder Zweiflügler (Diptera) finden sich zwar auch schon im Jura versteinert neben den Halbflüglern vor; allein dieselben haben sich doch wahrscheinlich erst nachträglich aus den Hemipteren durch Rückbildung der Hinterflügel entwickelt. Nur die Vorderflügel sind bei den Dipteren vollständig geblieben. Die Hauptmasse dieser Ordnung bilden die langgestreckten Mücken (Nemocera) und die gedrungenen eigentlichen Fliegen (Brachycera), von denen die ersteren wohl älter sind. Doch finden sich von Beiden schon Reste im Jura vor. Durch Degeneration in Folge von Parasitismus haben sich aus ihnen wahrscheinlich die beiden kleinen Gruppen der puppengebärenden Lausfliegen (Pupipara) und der springenden Flöhe (Aphaniptera) entwickelt.

Die achte und letzte Insectenordnung, und zugleich die einzige mit wirklich schlürfenden Mundtheilen sind die Schmetterlinge (Lepidoptera). Diese Ordnung erscheint in mehreren morphologischen Beziehungen als die vollkommenste Abtheilung der Insecten und hat sich demgemäß auch erst am spätesten entwickelt. Man kennt nämlich von dieser Ordnung Versteinerungen nur aus der Tertiärzeit, während die drei vorhergehenden Ordnungen bis zum Jura, die vier beißenden Ordnungen dagegen sogar bis zur Steinkohle hinaufreichen. Die nahe Verwandtschaft einiger Motten (Tineae) und Eulen (Noctuae) mit einigen Schmetterlingsfliegen (Phryganida) macht es wahrscheinlich, daß sich die Schmetterlinge aus dieser Gruppe, also aus der Ordnung der Netzflügler oder Neuropteren entwickelt haben.

Wie Sie sehen, bestätigt Ihnen die ganze Geschichte der Insectenclasse und weiterhin auch die Geschichte des ganzen Gliederthier-Stammes wesentlich die großen Gesetze der Differenzirung und Vervollkommnung, welche wir nach Darwin's Selectionstheorie als die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung anerkennen müssen. Der ganze formenreiche Stamm beginnt in archolithischer Zeit mit niedersten Coelomaten-Formen, welche den Räderthierchen (im

weiteren Sinne) angehörten. Aus ſolchen noch unvollkommen gegliederten Würmern, welche die Anlage des characteriſtiſchen Bauchmarks erwarben, entwickelten ſich die Stammformen der drei divergirenden, aber doch nahe verwandten Unterſtämme, die wir als Ringelthiere, Kruſtenthiere und Luftrohrthiere unterſchieden. Am nächſten den Wurmthieren (Archanneliden und Gephyreen) blieben die Ringelthiere oder Anneliden ſtehen, die anfangs noch fußlos waren wie die Egel, ſpäter Fußſtummel mit Borſten erwarben wie die Borſtenwürmer. Ebenfalls ſchon im archolithiſchen Zeitalter, und zwar in der cambriſchen Periode, entwickelten ſich daneben die Cruſtenthiere oder Kruſtaceen. Von dieſen ſind die Schildthiere, und namentlich die Trilobiten, durch zahlreiche Verſteinerungen bereits im devoniſchen und ſiluriſchen, ja ſogar ſchon im cambriſchen Syſtem vertreten. Wahrſcheinlich ebenſo alt ſind auch die Urkrebſe oder Archicariden. Die Geſtalt dieſer Urkrebſe iſt uns noch heute in der gemeinſamen Jugendform der verſchiedenen Krebſe, in dem merkwürdigen Nauplius, annähernd erhalten. Aus dem Nauplius entwickelte ſich weiterhin die ſeltſame Zoëa, die gemeinſame Jugendform aller höheren oder Panzerkrebſe.

Viel jünger als die waſſerathmenden Ringelthiere und Cruſtenthiere ſind die luftathmenden Luftrohrthiere oder Tracheaten. Ihre Entſtehung fällt erſt in die devoniſche Periode. Die gemeinſame Stammform dieſer Tracheaten, die zwiſchen dem Ende der Silurzeit und dem Beginn der Steinkohlenzeit entſtanden ſein muß, ſtand wahrſcheinlich dem heutigen Peripatus ſehr nahe. Aus ſolchen Protracheaten entwickelten ſich während der devoniſchen Zeit die drei Stammformen der Tauſendfüßer, Spinnen und Inſecten, die alle ſchon in der Steinkohle verſteinert ſich finden. Von den Inſecten exiſtirten lange Zeit hindurch nur die vier beißenden Ordnungen, Urflügler, Netzflügler, Gradflügler und Käfer, von denen die erſte wahrſcheinlich die gemeinſame Stammform der drei anderen iſt. Erſt viel ſpäter entwickelten ſich aus den beißenden Inſecten, welche die urſprüngliche Form der drei Kieferpaare am reinſten bewahrten, als

drei divergente Zweige die leckenden, ſtechenden und ſchlürfenden Inſecten. Wie dieſe Ordnungen in der Erdgeſchichte auf einander folgen, zeigt Ihnen nochmals überſichtlich die nachſtehende Tabelle.

A. Inſecten mit kauenden Mundtheilen Masticantia	I. Beißende Inſecten *Mordentia*	1. Urflügler Archiptera	M. I. A. A.	**Zuerſt verſteinert in der Steinkohle**
		2. Netzflügler Neuroptera	M. C. A. A.	
		3. Gradflügler Orthoptera	M. I. A. D.	
		4. Käfer Coleoptera	M. C. A. D	
	II. Leckende Inſecten *Lambentia*	5. Hautflügler Hymenoptera	M. C. A. A.	**Zuerſt verſteinert im Jura**
B. Inſecten mit ſaugenden Mundtheilen Sugentia	III. Stechende Inſecten *Pungentia*	6. Halbflügler Hemiptera	M. I. A. A.	
		7. Fliegen Diptera	M. C. A. D.	
	IV. Schlürfende Inſecten *Sorbentia*	8. Schmetterlinge Lepidoptera	M. C. A. A.	**Zuerſt verſteinert im Tertiär**

Anmerkung: Bei den acht einzelnen Ordnungen der Inſecten iſt zugleich der Unterſchied in der Metamorphoſe oder Verwandlung und in der Flügelbildung durch folgende Buchſtaben angegeben: M. I. = Unvollſtändige Metamorphoſe. M. C. = Vollſtändige Metamorphoſe (Vergl. Gen. Morph. II, S. XCIX). A. A. = Gleichartige Flügel (Vorder- und Hinterflügel im Bau und Gewebe nicht oder nur wenig verſchieden). A. D. = Ungleichartige Flügel (Vorder- und Hinterflügel durch ſtarke Differenzirung im Bau und Gewebe ſehr verſchieden).

Zwanzigſter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.
III. Wirbelthiere.

Die Schöpfungsurkunden der Wirbelthiere (Vergleichende Anatomie, Embryologie und Paläontologie). Das natürliche Syſtem der Wirbelthiere. Die vier Claſſen der Wirbelthiere von Linné und Lamarck. Vermehrung derſelben auf acht Claſſen. Hauptclaſſe der Rohrherzen oder Schädelloſen (Lanzetthiere). Blutsverwandtſchaft der Schädelloſen mit den Mantelthieren. Uebereinſtimmung in der embryonalen Entwickelung des Amphioxus und der Ascidien. Urſprung des Wirbelthierſtammes aus der Würmergruppe. Hauptclaſſe der Unpaarnaſen oder Rundmäuler (Inger und Lampreten). Hauptclaſſe der Anamnien oder Amnionloſen. Fiſche (Urfiſche, Schmelzfiſche, Knochenfiſche). Lurchfiſche oder Dipneuſten. Lurche oder Amphibien (Panzerlurche, Nacktlurche). Hauptclaſſe der Amnionthiere oder Amnioten. Reptilien (Stammreptilien, Eidechſen, Schlangen, Crocodile, Schildkröten, Seedrachen oder Haliſaurier, Flugreptilien, Drachen, Säugerreptilien). Vögel (Urvögel, Zahnvögel, Straußvögel, Kielvögel).

Meine Herren! Unter den natürlichen Hauptgruppen der Organismen, welche wir wegen der Blutsverwandtſchaft aller darin vereinigten Arten als Stämme oder Phylen bezeichnen, iſt keine einzige von ſo hervorragender und überwiegender Bedeutung, als der Stamm der Wirbelthiere. Denn nach dem übereinſtimmenden Urtheil aller Zoologen iſt auch der Menſch ein Glied dieſes Stammes und kann ſeiner ganzen Organiſation und Entwickelung nach unmöglich von den übrigen Wirbelthieren getrennt werden. Wie wir aber aus der individuellen Entwickelungsgeſchichte des Menſchen ſchon

Digitized by Google

früher die unbeſtreitbare Thatſache erkannt haben, daß derſelbe in ſeiner Entwickelung aus dem Ei anfänglich nicht von den übrigen Wirbelthieren, und namentlich den Säugethieren, verſchieden iſt, ſo müſſen wir nothwendig mit Beziehung auf ſeine paläontologiſche Entwickelungsgeſchichte ſchließen, daß das Menſchengeſchlecht ſich hiſtoriſch wirklich aus niederen Wirbelthieren entwickelt hat, und daß daſſelbe zunächſt von den Säugethieren abſtammt. Dieſer Umſtand einerſeits, anderſeits aber das vielſeitige höhere Intereſſe, das auch in anderer Beziehung die Wirbelthiere vor den übrigen Organismen in Anſpruch nehmen, wird es rechtfertigen, daß wir den Stammbaum der Wirbelthiere und deſſen Ausdruck, das natürliche Syſtem, hier beſonders genau unterſuchen.

Glücklicherweiſe ſind die Schöpfungsurkunden, welche uns bei der Aufſtellung der Stammbäume immer leiten müſſen, grade für dieſen wichtigen Thierſtamm, aus dem unſer eigenes Geſchlecht entſproſſen iſt, beſonders vollſtändig. Durch Cuvier iſt ſchon im Anfange unſeres Jahrhunderts die vergleichende Anatomie und Paläontologie, durch Baer die Keimesgeſchichte der Wirbelthiere zu einer ſehr hohen Ausbildung gelangt. Späterhin haben vorzüglich die vergleichend-anatomiſchen Unterſuchungen von Johannes Müller und Rathke, und in neueſter Zeit diejenigen von Gegenbaur und Huxley unſere Erkenntniß von den natürlichen Verwandſchaftsverhältniſſen der verſchiedenen Wirbelthiergruppen bedeutend gefördert. Insbeſondere haben die claſſiſchen Arbeiten von Gegenbaur, welche überall von dem Grundgedanken der Deſcendenztheorie durchdrungen ſind, den Beweis geführt, daß das vergleichend-anatomiſche Material, wie bei allen übrigen Thieren, ſo ganz beſonders im Wirbelthierſtamm, erſt durch die Anwendung der Abſtammungslehre ſeine wahre Bedeutung und Geltung erhält. Auch hier, wie überall, ſind die Analogien auf die Anpaſſung, die Homologien auf die Vererbung zurückzuführen. Wenn wir ſehen, daß die Gliedmaßen der verſchiedenſten Wirbelthiere trotz ihrer außerordentlich verſchiedenen äußeren Form dennoch weſentlich denſelben inneren Bau be-

ſitzen, wenn wir ſehen, daß dem Arme des Menſchen und des Affen, dem Flügel der Fledermaus und des Vogels, der Bruſtfloſſe der Walfiſche und der Seedrachen, den Vorderbeinen der Hufthiere und der Fröſche immer dieſelben Knochen in derſelben charakteriſtiſchen Lagerung, Gliederung und Verbindung zu Grunde liegen, ſo können wir dieſe wunderbare Uebereinſtimmung und Homologie nur durch die gemeinſame Vererbung von einer einzigen Stammform erklären. Die auffallenden Unterſchiede dieſer homologen Körpertheile dagegen rühren von der Anpaſſung an verſchiedene Exiſtenzbedingungen her (vergl. Taf. IV, S. 363).

Ebenſo wie die vergleichende Anatomie iſt auch die Ontogenie oder die individuelle Entwickelungsgeſchichte für den Stammbaum der Wirbelthiere von ganz beſonderer Wichtigkeit. Die erſten aus dem Ei entſtehenden Entwickelungszuſtände ſind bei allen Wirbelthieren im Weſentlichen ganz gleich, und behalten um ſo länger ihre Uebereinſtimmung, je näher ſich die betreffenden ausgebildeten Wirbelthierformen im natürlichen Syſtem, d. h. im Stammbaum, ſtehen. Wie weit dieſe Uebereinſtimmung der Keimformen oder Embryonen ſelbſt bei den höchſt entwickelten Wirbelthieren noch jetzt geht, das habe ich Ihnen ſchon früher gelegentlich erläutert (vergl. S. 264—276). Die völlige Uebereinſtimmung in Form und Bau, welche z. B. zwiſchen den Embryonen des Menſchen und des Hundes, des Vogels und der Schildkröte ſelbſt noch in den auf Taf. II und III dargeſtellten Entwickelungszuſtänden beſteht, iſt eine Thatſache von unermeßlicher Bedeutung und liefert uns die wichtigſten Anhaltspunkte zur Conſtruction des Stammbaums.

Endlich ſind auch die paläontologiſchen Schöpfungsurkunden grade bei den Wirbelthieren von ganz beſonderem Werthe. Denn die verſteinerten Wirbelthierreſte gehören größtentheils dem knöchernen Skelete dieſer Thiere an, einem Organſyſteme, welches für das Verſtändniß ihres Organismus von der größten Bedeutung iſt. Allerdings iſt auch hier, wie überall, die Verſteinerungsurkunde äußerſt unvollſtändig und lückenhaft. Allein immerhin ſind uns von den

ausgestorbenen Wirbelthieren wichtigere Reste im versteinerten Zustande erhalten, als von den meisten anderen Thiergruppen, und einzelne Trümmer geben oft die bedeutendsten Fingerzeige über das Verwandtschaftsverhältniß und die historische Aufeinanderfolge der verschiedenen Gruppen.

Die Bezeichnung Wirbelthiere (Vertebrata) rührt, wie ich schon früher erwähnte, von dem großen Lamarck her, welcher zuerst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts unter diesem Namen die vier oberen Thierclassen Linné's zusammenfaßte: die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische. Die beiden niederen Classen Linné's, die Insecten und Würmer, stellte Lamarck den Wirbelthieren als Wirbellose gegenüber (Invertebrata, später auch häufig Evertebrata genannt).

Die Eintheilung der Wirbelthiere in die vier genannten Classen wurde auch von Cuvier und seinen Nachfolgern, und in Folge dessen von vielen Zoologen noch bis auf die Gegenwart festgehalten. Aber schon 1822 erkannte der ausgezeichnete Anatom Blainville aus der vergleichenden Anatomie, und fast gleichzeitig unser großer Embryologe Baer aus der Ontogenie der Wirbelthiere, daß Linné's Classe der Amphibien eine unnatürliche Vereinigung von zwei ganz verschiedenen Classen sei. Diese beiden Classen hatte schon 1820 Merrem als zwei Hauptgruppen der Amphibien unter dem Namen der Pholidoten und Batrachier getrennt. Die Batrachier, welche heutzutage gewöhnlich als Amphibien (im engeren Sinne!) bezeichnet werden, umfassen die Frösche, Salamander, Kiemenmolche, Cäcilien und die ausgestorbenen Labyrinthodonten. Sie schließen sich in ihrer ganzen Organisation eng an die Fische an. Die Pholidoten oder Reptilien dagegen sind viel näher den Vögeln verwandt. Es gehören dahin die Eidechsen, Schlangen, Krokodile und Schildkröten und die vielgestaltigen Formengruppen der mesolithischen Drachen und Seedrachen, der fliegenden Reptilien u. s. w.

Im Anschluß an diese naturgemäße Scheidung der Amphibien in zwei Classen theilte man nun den ganzen Stamm der Wirbel-

thiere in zwei Hauptgruppen. Die erste Hauptgruppe, die Fische und Amphibien, athmen entweder zeitlebens oder doch in der Jugend durch Kiemen, und werden daher als Kiemenwirbelthiere bezeichnet (Branchiata oder Anallantoidia). Die zweite Hauptgruppe dagegen, Reptilien, Vögel und Säugethiere, athmen zu keiner Zeit ihres Lebens durch Kiemen, sondern ausschließlich durch Lungen, und heißen deshalb auch passend kiemenlose oder Lungenwirbelthiere (Ebranchiata oder Allantoidia). So richtig diese Unterscheidung auch ist, so können wir doch bei derselben nicht stehen bleiben, wenn wir zu einem wahren natürlichen System des Wirbelthierstammes, und zu einem naturgemäßen Verständniß seines Stammbaums gelangen wollen. Vielmehr müssen wir dann, wie ich in meiner generellen Morphologie gezeigt habe, noch drei weitere Wirbelthierclassen unterscheiden, indem wir die bisherige Fischclasse in vier verschiedene Classen auflösen (Gen. Morph. Bd. II, Taf. VII, S. CXVI—CLX).

Die erste und niederste von diesen Classen wird durch die Schädellosen (Acrania) oder Rohrherzen (Leptocardia) gebildet, von denen heutzutage nur noch ein einziger Repräsentant lebt, das merkwürdige Lanzetthierchen (Amphioxus lanceolatus). Als zweite Classe schließen sich an diese zunächst die Unpaarnasen (Monorhina) oder Rundmäuler (Cyclostoma) an, zu denen die Inger (Myrinoiden) und die Lampreten (Petromyzonten) gehören. Die dritte Classe erst würden die echten Fische (Pisces) bilden und an diese würden sich als vierte Classe die Lurchfische (Dipneusta) anschließen: Uebergangsformen von den Fischen zu den Amphibien. Durch diese Unterscheidung, welche, wie Sie gleich sehen werden, für die Genealogie der Wirbelthiere sehr wichtig ist, wird die ursprüngliche Vierzahl der Wirbelthierclassen auf das Doppelte gesteigert.

Zu diesen acht, noch heute lebenden Classen kann man auch noch eine neunte, ausgestorbene Classe hinzufügen. Durch die vergleichend-anatomischen Untersuchungen von Gegenbaur nämlich hat sich herausgestellt, daß die merkwürdige Abtheilung der Seedrachen (Halisauria), welche man bisher unter den Reptilien aufführte,

wahrscheinlich bedeutend von diesen verschieden und als eine besondere Classe anzusehen ist, welche sich noch vor den Amphibien von dem Wirbelthierstamme abgezweigt hat. Es gehören dahin die berühmten Ichthyosauren und Plesiosauren der Jura- und Kreidezeit, und die älteren Simosauren der Triaszeit, welche sich alle näher an die Fische als an die Amphibien anzuschließen scheinen. Jedoch bedürfen dieselben noch genauerer Untersuchung, und wir lassen sie vorläufig noch bei den Reptilien stehen.

Diese acht oder neun Classen der Wirbelthiere sind aber keineswegs von gleichem genealogischen Werthe. Vielmehr müssen wir dieselben in der Weise, wie es Ihnen bereits die systematische Uebersicht auf S. 452 zeigte, auf vier verschiedene Hauptclassen vertheilen. Zunächst können wir die drei höchsten Classen, die Säugethiere, Vögel und Schleicher als eine natürliche Hauptclasse unter dem Namen der Amnionthiere (Amniota) zusammenfassen. Diesen stellen sich naturgemäß als eine zweite Hauptclasse die Amnionlosen (Anamnia) gegenüber, nämlich die drei Classen der Lurche, Lurchfische und Fische. Die genannten sechs Classen, sowohl die Amnionlosen als die Amnionthiere, stimmen unter sich in zahlreichen Merkmalen überein, durch welche sie sich von den beiden niedersten Classen (den Unpaarnasen und Rohrherzen) unterscheiden. Wir können sie daher in der natürlichen Hauptgruppe der Paarnasen (Amphirhina) vereinigen. Endlich sind diese Paarnasen wiederum viel näher den Rundmäulern oder Unpaarnasen, als den Schädellosen oder Rohrherzen verwandt. Wir können daher mit vollem Rechte die Paarnasen mit den Unpaarnasen in einer obersten Hauptgruppe zusammenstellen und diese als Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachycardia) der einzigen Classe der Schädellosen oder Rohrherzen gegenüberstellen. Durch diese, von mir in der generellen Morphologie vorgeschlagene Classification der Wirbelthiere wird es möglich, die wichtigsten genealogischen Beziehungen ihrer acht Classen klar zu übersehen. Das systematische Verhältniß dieser Gruppen zu einander läßt sich durch folgende Uebersicht kurz ausdrücken:

Digitized by Google

A. Schädelloſe (Acrania)			1. Rohrherzen	1. Leptocardia
B. Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachycardia)	a. Unpaarnaſen *Monorhina*		2. Rundmäuler	2. Cyclostoma
	b. Paarnaſen *Amphirhina*	I. Amnionloſe Anamnia	3. Fiſche	3. Pisces
			4. Lurchfiſche	4. Dipneusta
			5. Lurche	5. Amphibia
		II. Amnionthiere Amniota	6. Schleicher	6. Reptilia
			7. Vögel	7. Aves
			8. Säugelhiere	8. Mammalia

Auf der niedrigſten Organiſationsſtufe von allen uns bekannten Wirbelthieren ſteht der einzige noch lebende Vertreter der erſten Claſſe, das Lanzetfiſchchen oder Lanzetthierchen (Amphioxus lanceolatus; Taf. XIII, Fig. B). Dieſes höchſt intereſſante und wichtige Thierchen, welches über die älteren Wurzeln unſeres Stammbaumes ein überraſchendes Licht verbreitet, iſt offenbar der letzte Mohikaner, der letzte überlebende Repräſentant einer formenreichen niederen Wirbelthierclaſſe, welche während der Primordialzeit ſehr entwickelt war, uns aber leider wegen des Mangels aller feſten Skelettheile gar keine verſteinerten Reſte hinterlaſſen konnte. Das kleine Lanzetfiſchchen lebt heute noch weitverbreitet in verſchiedenen Meeren, z. B. in der Oſtſee, Nordſee, im Mittelmeere, gewöhnlich auf flachem Grunde im Sand vergraben. Der Körper hat, wie der Name ſagt, die Geſtalt eines ſchmalen, an beiden Enden zugeſpitzten, lanzetförmigen Blattes. Erwachſen iſt daſſelbe etwa zwei Zoll lang, und röthlich ſchimmernd, halb durchſichtig. Aeußerlich hat das Lanzetthierchen ſo wenig Aehnlichkeit mit einem Wirbelthier, daß ſein erſter Entdecker, Pallas, es für eine unvollkommene Nachtſchnecke hielt. Beine beſitzt es nicht, und ebenſowenig Kopf, Schädel und Gehirn. Das vordere Körperende iſt äußerlich von dem hinteren faſt nur durch die Mundöffnung zu unterſcheiden. Aber dennoch beſitzt der Amphioxus in ſeinem inneren Bau die wichtigſten Merkmale, durch welche ſich alle Wirbelthiere von allen Wirbelloſen unterſcheiden, vor allem den Axenſtab und das Rückenmark. Der Axenſtab (Chorda dorsalis) iſt ein

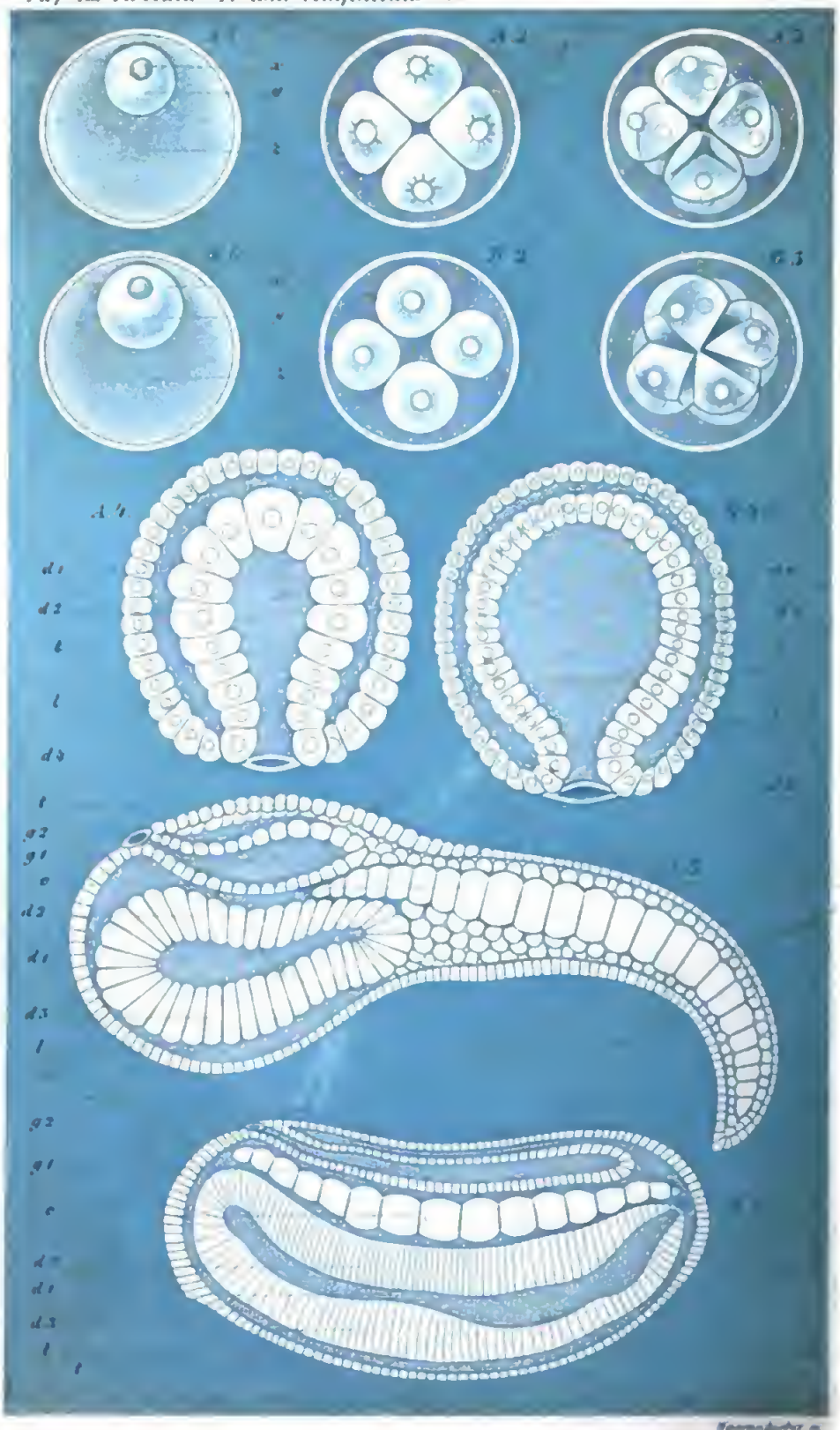
cylindriſcher, vorn und hinten zugeſpitzter, grader Knorpelſtab, welcher die centrale Axe des inneren Skelets und die Grundlage der Wirbelſäule bildet. Unmittelbar über dieſem Axenſtabe, auf der Rückenſeite deſſelben, liegt das Rückenmark (Medulla spinalis), ebenfalls urſprünglich ein grader, vorn und hinten zugeſpitzter, inwendig aber hohler Strang, welcher das Hauptſtück und Centrum des Nervenſyſtems bei allen Wirbelthieren bildet (vergl. oben S. 270). Bei allen Wirbelthieren ohne Ausnahme, auch den Menſchen mit inbegriffen, werden dieſe wichtigſten Körpertheile während der embryonalen Entwickelung aus dem Ei urſprünglich in derſelben einfachſten Form angelegt, welche ſie beim Amphioxus zeitlebens behalten. Erſt ſpäter entwickelt ſich durch Auftreibung des vorderen Endes aus dem Rückenmark das Gehirn, und aus der Chordaſcheide der das Gehirn umſchließende Schädel. Da bei dem Amphioxus dieſe beiden wichtigen Organe gar nicht zur Entwickelung gelangen, ſo können wir die durch ihn vertretene Thierclaſſe mit Recht als Schädelloſe (Acrania) bezeichnen, im Gegenſatze zu allen übrigen, den Schädelthieren (Craniota). Gewöhnlich werden die Schädelloſen Rohrherzen oder Röhrenherzen (Leptocardia) genannt, weil ein centraliſirtes Herz noch fehlt, und das Blut durch die Zuſammenziehungen der röhrenförmigen Blutgefäße ſelbſt im Körper umhergetrieben wird. Die Schädelthiere, welche dagegen ein centraliſirtes, beutelförmiges Herz beſitzen, müßten dann im Gegenſatz dazu Beutelherzen oder Centralherzen (Pachycardia) genannt werden.

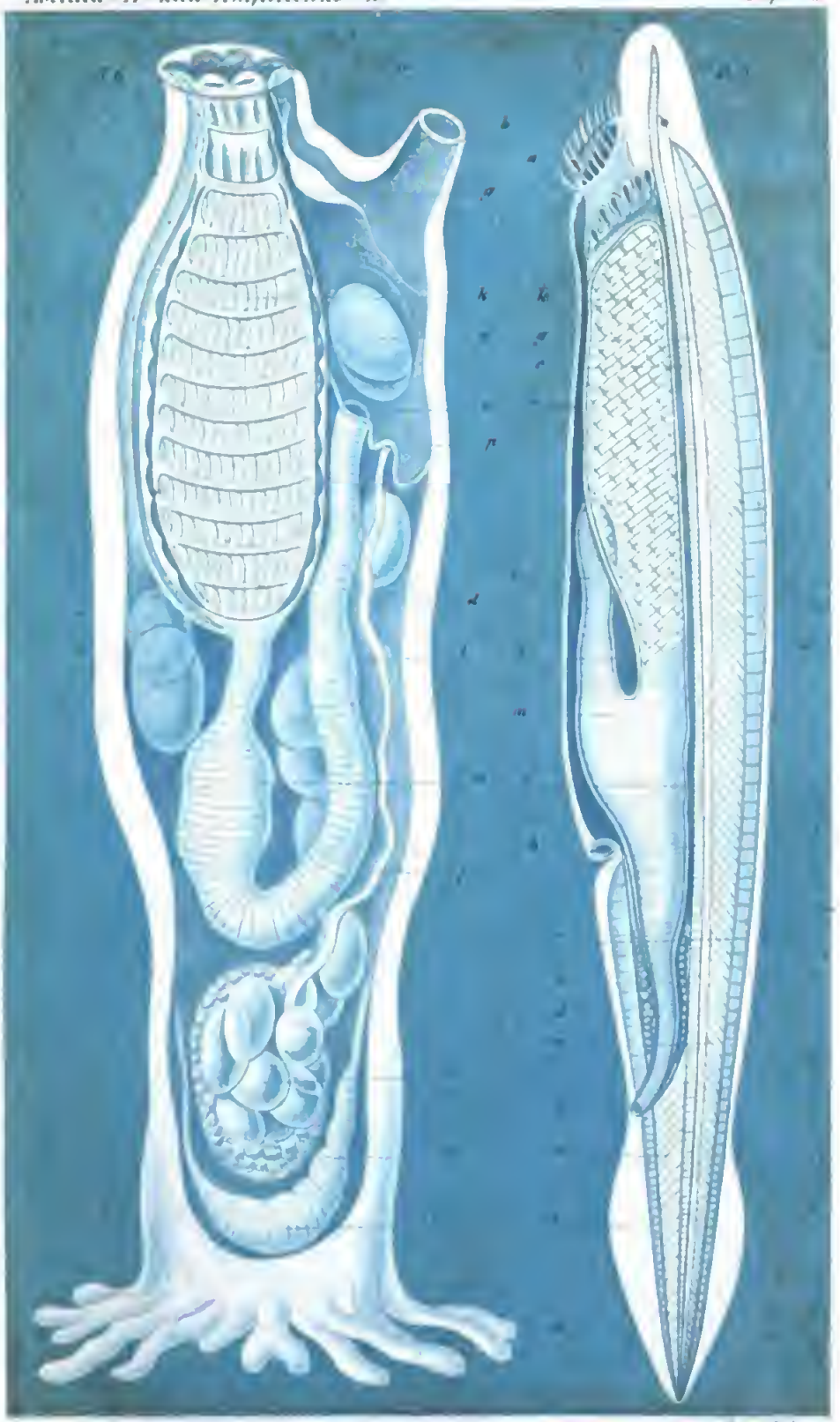
Offenbar haben ſich die Schädelthiere oder Centralherzen erſt in ſpäterer Primordialzeit aus Schädelloſen oder Rohrherzen, welche dem Amphioxus nahe ſtanden, allmählich entwickelt. Darüber läßt uns die Keimesgeſchichte der Schädelthiere nicht in Zweifel. Wo ſtammen nun aber dieſe Schädelloſen ſelbſt her? Auf dieſe wichtige Frage hat uns, wie ich ſchon im vorletzten Vortrage erwähnte, erſt die jüngſte Zeit eine höchſt überraſchende Antwort gegeben. Aus den 1867 veröffentlichten Unterſuchungen von Kowalewsky über die individuelle Entwickelung des Amphioxus und der feſtſitzenden Seeſcheiden, Asci-

diae (aus der Classe der Manteltiere, Tunicata) hat sich ergeben, daß die Keimesgeschichte dieser beiden ganz verschiedenen Thierformen in ihrer ersten Jugend merkwürdig übereinstimmt. Die frei umherschwimmenden Larven der Ascidien (Taf. XII, Fig. A) entwickeln die unzweifelhafte Anlage zum Rückenmark (Fig. 5g) und zum Axenstab (Fig. 5c) und zwar ganz in derselben Weise, wie der Amphioxus (Taf. XII, Fig. B). Allerdings bilden sie diese wichtigsten Organe des Wirbelthierkörpers späterhin nicht weiter aus. Vielmehr gehen sie eine rückschreitende Verwandlung ein, setzen sich auf dem Meeresboden fest, und wachsen zu unförmlichen Klumpen aus, in denen man kaum noch bei äußerer Betrachtung ein Thier vermuthet (Taf. XIII, Fig. A). Allein das Rückenmark, als die Anlage des Centralnervensystems, und der Axenstab, als die erste Grundlage der Wirbelsäule, sind so wichtige, den Wirbelthieren so ausschließlich eigenthümliche Organe, daß wir daraus sicher auf die wirkliche Blutsverwandtschaft der Wirbelthiere mit den Manteltieren schließen können. Natürlich wollen wir damit nicht sagen, daß die Wirbelthiere von den Manteltieren abstammen, sondern nur, daß beide Gruppen aus gemeinsamer Wurzel entsprossen sind, und daß die Manteltiere von allen Wirbellosen diejenigen sind, welche die nächste Blutsverwandtschaft zu den Wirbelthieren besitzen. Offenbar haben sich während der Primordialzeit die echten Wirbelthiere aus wurmartigen Chordathieren (Chordonia) fortschreitend entwickelt, aus welcher nach einer anderen, rückschreitenden Richtung hin die entarteten Manteltiere hervorgingen. (Vergl. die nähere Erklärung von Taf. XII und XIII im Anhang; sowie die ausführliche Darstellung des Amphioxus und der Ascidie im XIII. und XIV. Vortrage meiner Anthropogenie[56]).

Aus den Schädellosen hat sich zunächst eine zweite niedere Classe von Wirbelthieren entwickelt, welche noch tief unter den Fischen steht, und welche in der Gegenwart nur durch die Inger (Myxinoiden) und Lampreten (Petromyzonten) vertreten wird. Auch diese Classe konnte wegen des Mangels aller festen Körpertheile leider eben so wenig als die Schädellosen versteinerte Reste hinterlassen. Aus ihrer

Taf. XII. Ascidia A und Amphioxus B





ganzen Organiſation und Keimesgeſchichte geht aber deutlich hervor, daß ſie eine ſehr wichtige Mittelſtufe zwiſchen den Schädelloſen und den Fiſchen darſtellt, und daß die wenigen noch lebenden Glieder derſelben nur die letzten überlebenden Reſte von einer gegen Ende der Primordialzeit vermuthlich reich entwickelten Thiergruppe ſind. Wegen des kieferloſen, kreisrunden, zum Saugen verwendeten Maules, das die Inger und Lampreten beſitzen, wird die ganze Claſſe gewöhnlich Rundmäuler (Cyclostoma) genannt. Man kann ſie auch Unpaarnaſen (Monorhina) nennen; denn alle Cycloſtomen beſitzen ein einfaches unpaares Naſenrohr, während bei allen übrigen Wirbelthieren (wieder mit Ausnahme des Amphioxus) die Naſe aus zwei paarigen Seitenhälften, einer rechten und linken Naſe, beſteht. Wir konnten deshalb dieſe letzteren (Anamnien und Amnioten) auch als Paarnaſen (Amphirhina) zuſammenfaſſen. Die Paarnaſen beſitzen ſämmtlich ein ausgebildetes Kieferſkelet (Oberkiefer und Unterkiefer), während dieſes den Unpaarnaſen ganz fehlt.

Auch abgeſehen von der eigenthümlichen Naſenbildung und dem Mangel der Kieferbildung unterſcheiden ſich die Unpaarnaſen von den Paarnaſen noch durch viele andere Eigenthümlichkeiten. So fehlt ihnen namentlich ganz das wichtige ſympathiſche Nervennetz und die Milz der letzteren. Von der Schwimmblaſe und den beiden Beinpaaren, welche bei allen Paarnaſen wenigſtens in der erſten Anlage vorhanden ſind, fehlt den Unpaarnaſen (ebenſo wie den Schädelloſen) noch jede Spur. Es iſt daher gewiß ganz gerechtfertigt, wenn wir ſowohl die Monorhinen als die Schädelloſen gänzlich von den Fiſchen trennen, mit denen ſie bis jetzt irrthümlich vereinigt waren.

Die erſte genauere Kenntniß der Monorhinen oder Cycloſtomen verdanken wir dem genialen Berliner Zoologen Johannes Müller, deſſen claſſiſches Werk über die „vergleichende Anatomie der Myrinoiden“ die Grundlage unſerer neueren Anſichten über den Bau der Wirbelthiere bildet. Er unterſchied unter den Cycloſtomen zwei verſchiedene Gruppen, welchen wir den Werth von Unterclaſſen geben.

Syſtematiſche Ueberſicht

über die Hauptclaſſen, Claſſen und Unterclaſſen der Wirbelthiere.

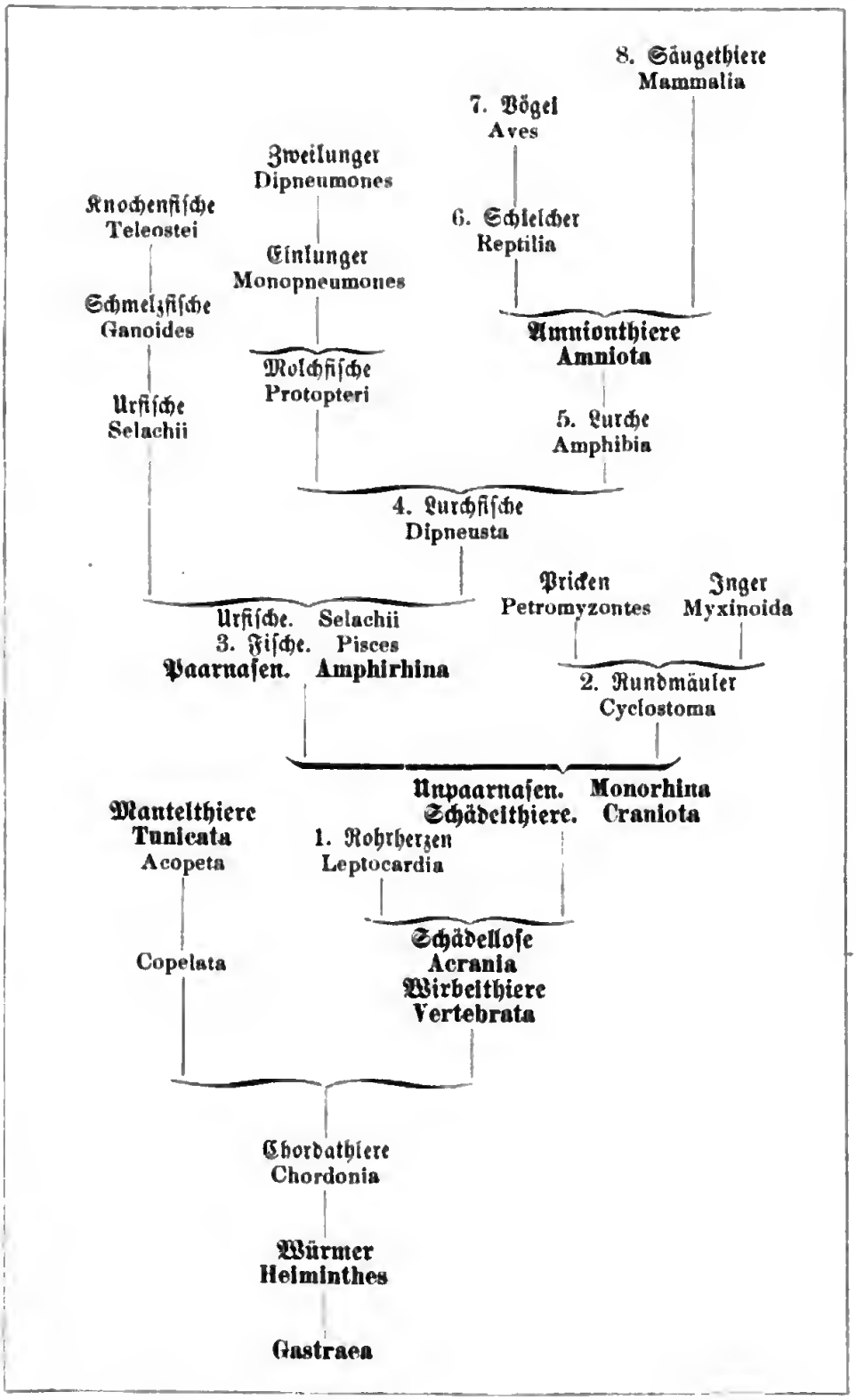
(Gen. Morph. Bd. II, Taf. VII, S. CXVI—CLX.)

I. Schädelloſe (Acrania) oder Rohrherzen (Leptocardia)
Wirbelthiere ohne Kopf, ohne Schädel und Gehirn, ohne centraliſirtes Herz.

1. Schädelloſe Acrania	I. Rohrherzen *Leptocardia*	1. Lanzetthiere	1. Amphioxida

II. Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachycardia)
Wirbelthiere mit Kopf, mit Schädel und Gehirn, mit centraliſirtem Herzen.

Hauptclaſſen der Schädelthiere	Claſſen der Schädelthiere	Unterclaſſen der Schädelthiere	Syſtematiſcher Name der Unterclaſſen
2. Unpaarnaſen Monorhina	II. Rundmäuler *Cyclostoma*	2. Inger oder Schleimfiſche	2. Hyperotreta (Myxinoida)
		3. Lampreten oder Pricken	3. Hyperoartia (Petromyzontia)
3. Amnionloſe Anamnia	III. Fiſche *Pisces*	4. Urfiſche	4. Selachii
		5. Schmelzfiſche	5. Ganoides
		6. Knochenfiſche	6. Teleostei
	IV. Lurchfiſche *Dipneusta*	7. Einlunger	7. Monopneumones
		8. Zweilunger	8. Dipneumones
	V. Lurche *Amphibia*	9. Panzerlurche	9. Phractamphibia
		10. Schlangenlurche	10. Gymnophiona
		11. Schwanzlurche	11. Urodela
		12. Froſchlurche	12. Batrachia
4. Amnionthiere Amniota	VI. Schleicher *Reptilia*	13. Stammreptilien	13. Tocosauria
		14. Eidechſen	14. Autosauria
		15. Schlangen	15. Ophidia
		16. Crocodile	16. Crocodilia
		17. Schildkröten	17. Chelonia
		18. Seedrachen	18. Halisauria
		19. Flugdrachen	19. Pterosauria
		20. Drachen	20. Dinosauria
		21. Säugerreptilien	21. Therosauria
	VII. Vögel *Aves*	22. Urvögel	22. Saururae
		23. Zahnvögel	23. Odontornithes
		24. Straußvögel	24. Ratitae
		25. Kielvögel	25. Carinatae
	VIII. Säugethiere *Mammalia*	26. Kloakenthiere	26. Monotrema
		27. Beutelthiere	27. Marsupialia
		28. Placentalthiere	28. Placentalia


8. Säugethiere
Mammalia
7. Vögel
Aves
Zweilunger
Dipneumones
Knochenfische
Teleostei
6. Schleicher
Reptilia
Einlunger
Monopneumones
Schmelzfische
Ganoides
Amnionthiere
Amniota
Molchfische
Protopteri
Urfische
Selachii
5. Lurche
Amphibia
4. Lurchfische
Dipneusta
Pricken
Petromyzontes
Inger
Myxinoida
Urfische. Selachii
3. Fische. Pisces
Paarnasen. Amphirhina
2. Rundmäuler
Cyclostoma
Unpaarnasen. Monorhina
Schädelthiere. Craniota
Manteltiere
Tunicata
Acopeta
1. Rohrherzen
Leptocardia
Copelata
Schädellose
Acrania
Wirbelthiere
Vertebrata
Chordathiere
Chordonia
Würmer
Helminthes
Gastraea

Die erſte Unterclaſſe ſind die Inger oder Schleimfiſche (Hyperotreta oder Myxinoida). Sie leben im Meere ſchmarotzend auf Fiſchen, in deren Haut ſie ſich einbohren (Myxine, Bdellostoma). Im Gehörorgan beſitzen ſie nur einen Ringcanal, und ihr unpaares Naſenrohr durchbohrt den Gaumen. Höher entwickelt iſt die zweite Unterclaſſe, die Lampreten oder Pricken (Hyperoartia oder Petromyzontia). Hierher gehören die allbekannten Flußpricken oder Neunaugen unſerer Flüſſe (Petromyzon fluviatilis), deren Bekanntſchaft Sie wohl Alle im marinirten Zuſtande ſchon gemacht haben. Im Meere werden dieſelben durch die mehrmals größeren Seepricken oder die eigentlichen Lampreten (Petromyzon marinus) vertreten. Bei dieſen Unpaarnaſen durchbohrt das Naſenrohr den Gaumen nicht, und im Gehörorgan finden ſich zwei Ringcanäle. Auch ſie beſitzen einen runden Saugmund mit Hornzähnen, durch den ſie ſich, Blutegeln ähnlich, an Fiſchen anſaugen.

Alle Wirbelthiere, welche jetzt noch leben, mit Ausnahme der eben betrachteten Monorhinen und des Amphioxus, gehören zu derjenigen Hauptgruppe, welche wir als Paarnaſen (Amphirhina) oder Kiefermündige (Gnathostoma) bezeichnen. Alle dieſe Thiere beſitzen eine aus zwei paarigen Seitenhälften beſtehende Naſe, ein Kieferſkelet, ein ſympathiſches Nervennetz, drei Ringcanäle im Gehörorgan und eine Milz. Alle Paarnaſen beſitzen ferner eine blaſenförmige Ausſtülpung des Schlundes, welche ſich bei den Fiſchen zur Schwimmblaſe, bei den übrigen Paarnaſen zur Lunge entwickelt hat. Endlich iſt urſprünglich bei allen Paarnaſen die Anlage zu zwei Paar Extremitäten oder Gliedmaßen vorhanden, ein Paar Vorderbeine oder Bruſtfloſſen, und ein Paar Hinterbeine oder Bauchfloſſen. Allerdings iſt bisweilen das eine Beinpaar (z. B. bei den Aalen und Walfiſchen) oder beide Beinpaare (z. B. bei den Caecilien und Schlangen) verkümmert oder verloren gegangen; aber ſelbſt in dieſen Fällen iſt wenigſtens die Spur ihrer urſprünglichen Anlage in früher Embryonalzeit zu finden, oder es bleiben unnütze Reſte derſelben als rudimentäre Organe durch das ganze Leben beſtehen (vergl. S. 13).

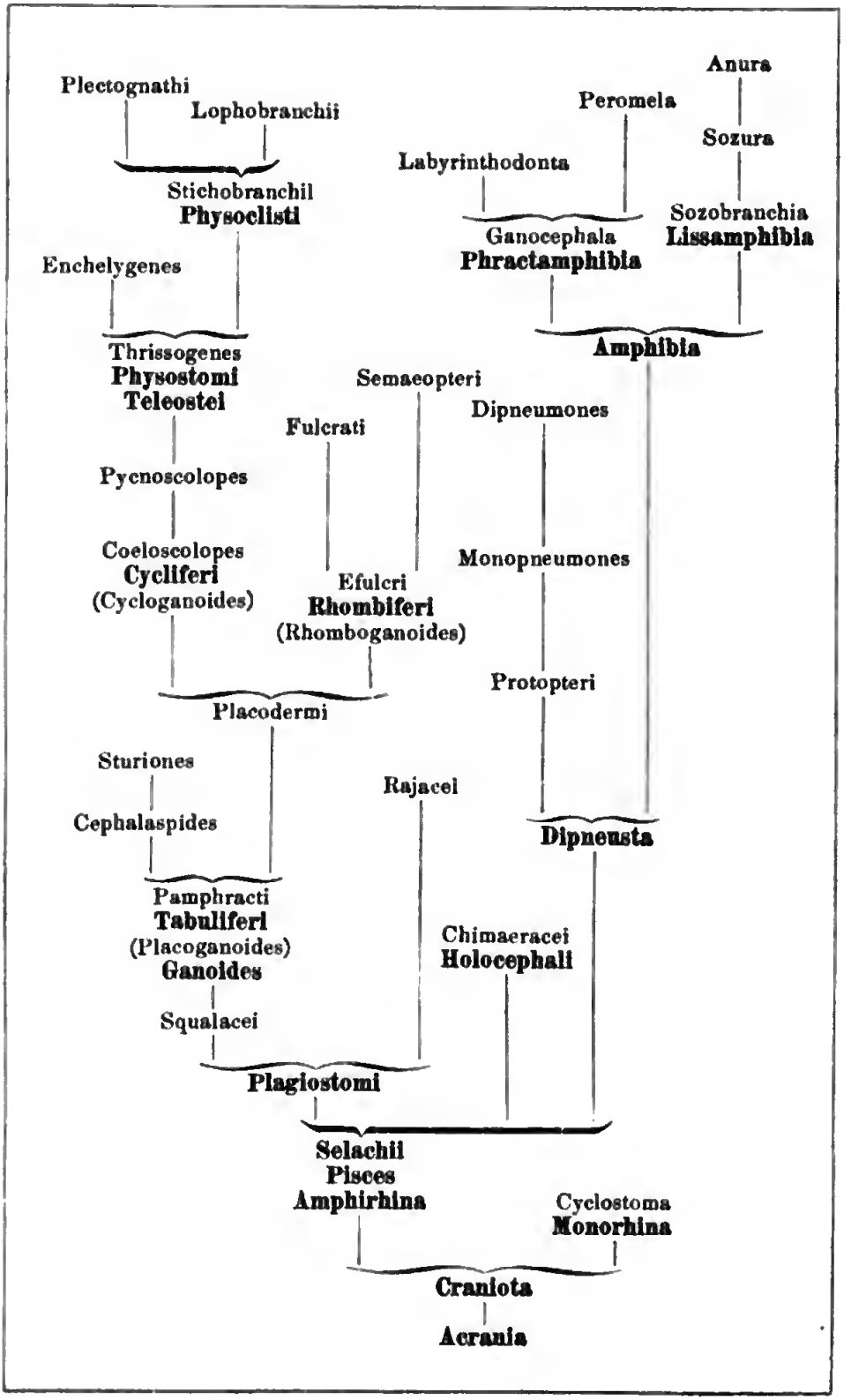
Aus allen diesen wichtigen Anzeichen können wir mit voller Sicherheit schließen, daß sämmtliche Paarnasen von einer einzigen gemeinschaftlichen Stammform abstammen, welche während der Primordialzeit direct oder indirect sich aus den Monorhinen entwickelt hatte. Diese Stammform muß die eben angeführten Organe, namentlich auch die Anlage zur Schwimmblase und zu zwei Beinpaaren oder Flossenpaaren besessen haben. Von allen jetzt lebenden Paarnasen stehen offenbar die niedersten Formen der Haifische dieser längst ausgestorbenen, unbekannten, hypothetischen Stammform, welche wir als Stammpaarnasen oder Vorfische (Proselachii) bezeichnen können, am nächsten (vergl. Taf. XII). Wir dürfen daher die Gruppe der Urfische oder Selachier, in deren Rahmen diese Proselachier hineingepaßt haben, als die Stammgruppe nicht allein für die Fischclasse, sondern für die ganze Hauptclasse der Paarnasen betrachten. Den sicheren Beweis dafür liefern die „Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere" von Carl Gegenbaur, welche sich ebenso durch die sorgfältigste Beobachtung, wie durch die scharfsinnigste Reflexion auszeichnen.

Die Classe der Fische (Pisces), mit welcher wir demgemäß die Reihe der Paarnasen beginnen, unterscheidet sich von den übrigen fünf Classen dieser Reihe vorzüglich dadurch, daß die Schwimmblase niemals zur Lunge entwickelt, vielmehr nur als hydrostatischer Apparat thätig ist. In Uebereinstimmung damit finden wir den Umstand, daß die Nase bei den Fischen durch zwei blinde Gruben vorn auf der Schnauze gebildet wird, welche niemals den Gaumen durchbohren und also nie in die Rachenhöhle münden. Dagegen sind die beiden Nasenhöhlen bei den übrigen sechs Classen der Paarnasen zu Luftwegen umgebildet, welche den Gaumen durchbohren und so den Lungen Luft zuführen. Die echten Fische (nach Ausschluß der Dipnensten) sind demnach die einzigen Paarnasen, welche ausschließlich durch Kiemen und niemals durch Lungen athmen. Sie leben dem entsprechend alle im Wasser, und ihre beiden Beinpaare haben die ursprüngliche Form von rudernden Flossen beibehalten.

Syſtematiſche Ueberſicht

der ſieben Legionen und fünfzehn Ordnungen der Fiſchclaſſe.

Unterclaſſen der Fiſchclaſſe	Legionen der Fiſchclaſſe	Ordnungen der Fiſchclaſſe	Beiſpiele aus den Ordnungen
A. Urfiſche Selachii	I. Quermäuler *Plagiostomi*	1. Haifiſche Squalacei	Stachelhai, Menſchenhai, u. ſ. w.
		2. Rochen Rajacei	Stachelrochen, Zitterrochen, u. ſ. w.
	II. Seekatzen *Holocephali*	3. Seekatzen Chimaeracei	Chimären, Kalorrhynchen, u. ſ. w.
B. Schmelzfiſche Ganoides	III. Gepanzerte Schmelzfiſche *Tabuliferi*	4. Schildkrötenfiſche Pamphracti	Cephalaspiden, Placodermen, u. ſ. w.
		5. Störfiſche Sturiones	Löffelſtör, Stör, Hauſen, u. ſ. w.
	IV. Eckſchuppige Schmelzfiſche *Rhombiferi*	6. Schindelloſe Efuleri	Doppelfloſſer, Pflaſterzähner, u. ſ. w.
		7. Schindelfloſſige Fulerati	Palāoniſken, Knochenhechte, u. ſ. w.
		8. Fahnenfloſſige Semaeopteri	Afrikaniſcher Flöſſelhecht, u. ſ. w.
	V. Rundſchuppige Schmelzfiſche *Cycliferi*	9. Hohlgrätenfiſche Coeloscolopes	Holoptychier, Coelacanthiden, u. ſ. w.
		10. Dichtgrätenfiſche Pycnoscolopes	Coccolepiden, Amiaden, u. ſ. w.
C. Knochenfiſche Teleostei	VI. Knochenfiſche mit Luftgang der Schwimmblaſe *Physostomi*	11. Häringsartige Thrissogenes	Häringe, Lachſe, Karpfen, Welſe, u. ſ. w.
		12. Aalartige Enchelygenes	Aale, Schlangenaale, Zitteraale, u. ſ. w.
	VII. Knochenfiſche ohne Luftgang der Schwimmblaſe *Physoclisti*	13. Reihenkiemer Stichobranchii	Barſche, Lippfiſche, Dorſche, Schollen, u. ſ. w.
		14. Heftkiefer Plectognathi	Kofferfiſche, Igelfiſche, u. ſ. w.
		15. Büſchelkiemer Lophobranchii	Seenadeln, Seepferdchen, u. ſ. w.


Plectognathi
Lophobranchii
Stichobranchii
Physoclisti
Enchelygenes
Thrissogenes
Physostomi
Teleostei
Pycnoscolopes
Coeloscolopes
Cycliferi
(Cycloganoides)
Sturiones
Cephalaspides
Pamphracti
Tabuliferi
(Placoganoides)
Ganoides
Squalacei
Fulcrati
Semaeopteri
Efulcri
Rhombiferi
(Rhomboganoides)
Placodermi
Rajacei
Plagiostomi
Labyrinthodonta
Peromela
Ganocephala
Phractamphibia
Anura
Sozura
Sozobranchia
Lissamphibia
Amphibia
Dipneumones
Monopneumones
Protopteri
Dipneusta
Chimaeracei
Holocephali
Selachii
Pisces
Amphirhina
Cyclostoma
Monorhina
Craniota
Acrania

Die echten Fiſche werden gegenwärtig in drei verſchiedene Unterclaſſen eingetheilt, in die Urfiſche, Schmelzfiſche und Knochenfiſche. Die älteſten Fiſche, welche die urſprüngliche Form am getreueſten bewahrt haben, ſind die Urfiſche (Selachii). Davon leben heutzutage noch die Haifiſche (Squalacei) und Rochen (Rajacei), welche man als Quermäuler (Plagiostomi) zuſammenfaßt, ſowie die ſeltſamen und abenteuerlich geſtalteten Seekatzen oder Chimären (Holocephali). Aber dieſe Urfiſche der Gegenwart, welche in allen Meeren vorkommen, ſind nur ſchwache Reſte von der geſtaltenreichen und herrſchenden Thiergruppe, welche die Selachier in früheren Zeiten der Erdgeſchichte, und namentlich während der paläolithiſchen Zeit, bildeten. Leider beſitzen alle Urfiſche ein knorpeliges, niemals vollſtändig verknöchertes Skelet, welches der Verſteinerung nur wenig oder gar nicht fähig iſt. Die einzigen harten Körpertheile, welche in foſſilem Zuſtande ſich erhalten konnten, ſind die Zähne und die Floſſenſtacheln. Dieſe finden ſich aber in ſolcher Menge, Mannichfaltigkeit und Größe in den älteren Formationen vor, daß wir daraus mit Sicherheit auf eine höchſt beträchtliche Entwickelung der Urfiſche in jener altersgrauen Vorzeit ſchließen können. Sie finden ſich ſogar ſchon in den ſiluriſchen Schichten, welche von anderen Wirbelthieren nur wenige Reſte von Schmelzfiſchen einſchließen. Von den drei Ordnungen der Urfiſche ſind die bei weitem wichtigſten und intereſſanteſten die Haifiſche, welche wahrſcheinlich unter allen lebenden Paarnaſen der urſprünglichen Stammform der ganzen Gruppe, den Proſelachiern, am nächſten ſtehen. Aus dieſen Proſelachiern, welche von echten Haifiſchen wohl nur wenig verſchieden waren, haben ſich wahrſcheinlich nach einer Richtung hin die Schmelzfiſche und die heutigen Urfiſche, nach einer anderen Richtung hin die Dipneuſten und die höher aufſteigenden Amphibien entwickelt.

Die Schmelzfiſche (Ganoides) ſtehen in anatomiſcher Beziehung vollſtändig in der Mitte zwiſchen den Urfiſchen einerſeits und den Knochenfiſchen andrerſeits. In vielen Merkmalen ſtimmen ſie mit jenen, in vielen anderen mit dieſen überein. Wir ziehen

daraus den Schluß, daß ſie auch genealogiſch den Uebergang von den Urfiſchen zu den Knochenfiſchen vermittelten. In noch höherem Maaße als die Urfiſche ſind auch die Ganoiden heutzutage größtentheils ausgeſtorben, wogegen ſie während der ganzen paläolithiſchen und meſolithiſchen Zeit in großer Mannichfaltigkeit und Maſſe entwickelt waren. Nach der verſchiedenen Form der äußeren Hautbedeckung theilt man die Schmelzfiſche in drei Legionen: Gepanzerte, Eckſchuppige und Rundſchuppige. Die gepanzerten Schmelzfiſche (Tabuliferi) ſind die älteſten und ſchließen ſich unmittelbar an die Selachier an, aus denen ſie entſprungen ſind. Foſſile Reſte von ihnen finden ſich, obwohl ſelten, bereits im oberen Silur vor (Pteraspis ludensis aus den Ludlowſchichten). Rieſige, gegen 30 Fuß lange Arten derſelben, mit mächtigen Knochentafeln gepanzert, finden ſich namentlich im deboniſchen Syſtem. Heute aber lebt von dieſer Legion nur noch die kleine Ordnung der Störfiſche (Sturiones), nämlich die Löffelſtöre (Spatularides), und die Störe (Acipenserides), zu denen u. A. der Hauſen gehört, welcher uns den Fiſchleim oder die Hauſenblaſe liefert, der Stör und Sterlett, deren Eier wir als Caviar verzehren u. ſ. w. Aus den gepanzerten Schmelzfiſchen haben ſich wahrſcheinlich als zwei divergente Zweige die eckſchuppigen und die rundſchuppigen entwickelt. Die eckſchuppigen Schmelzfiſche (Rhombiferi), welche man durch ihre viereckigen oder rhombiſchen Schuppen auf den erſten Blick von allen anderen Fiſchen unterſcheiden kann, ſind heutzutage nur noch durch wenige Ueberbleibſel vertreten, nämlich durch den Flöſſelhecht (Polypterus) in afrikaniſchen Flüſſen (vorzüglich im Nil), und durch den Knochenhecht (Lepidosteus) in amerikaniſchen Flüſſen. Aber während der paläolithiſchen und der erſten Hälfte der meſolithiſchen Zeit bildete dieſe Legion die Hauptmaſſe der Fiſche. Weniger formenreich war die dritte Legion, die rundſchuppigen Schmelzfiſche (Cycliferi), welche vorzugsweiſe während der Devonzeit und Steinkohlenzeit lebten. Jedoch war dieſe Legion, von der heute nur noch der Kahlhecht (Amia) in nordamerikaniſchen Flüſſen übrig iſt, inſofern viel

wichtiger, als ſich aus ihr die dritte Unterclaſſe der Fiſche, die der Knochenfiſche, entwickelte.

Die Knochenfiſche (Teleostei) bilden in der Gegenwart die Hauptmaſſe der Fiſchclaſſe. Es gehören dahin die allermeiſten Seefiſche, und alle unſere Süßwaſſerfiſche, mit Ausnahme der eben erwähnten Schmelzfiſche. Wie zahlreiche Verſteinerungen deutlich beweiſen, iſt dieſe Claſſe erſt um die Mitte des meſolithiſchen Zeitalters aus den Schmelzfiſchen, und zwar aus den rundſchuppigen oder Cycliferen entſtanden. Die Thriſſopiden der Jurazeit (Thrissops, Leptolepis, Tharsis), welche unſeren heutigen Häringen am nächſten ſtehen, ſind wahrſcheinlich die älteſten von allen Knochenfiſchen, und unmittelbar aus den rundſchuppigen Schmelzfiſchen, welche der heutigen Amia nahe ſtanden, hervorgegangen. Bei den älteren Knochenfiſchen, den Phyſoſtomen, war ebenſo wie bei den Ganoiden die Schwimmblaſe noch zeitlebens durch einen bleibenden Luftgang (eine Art Luftröhre) mit dem Schlunde in Verbindung. Das iſt auch heute noch bei den zu dieſer Gruppe gehörigen Häringen, Lachſen, Karpfen, Welſen, Aalen u. ſ. w. der Fall. Während der Kreidezeit trat aber bei einigen Phyſoſtomen eine Verwachſung, ein Verſchluß jenes Luftganges ein, und dadurch wurde die Schwimmblaſe völlig von dem Schlunde abgeſchnürt. So entſtand die zweite Legion der Knochenfiſche, die der Phyſokliſten, welche erſt während der Tertiärzeit ihre eigentliche Ausbildung erreichte, und bald an Mannichfaltigkeit bei weitem die Phyſoſtomen übertraf. Es gehören hierher die meiſten Seefiſche der Gegenwart, namentlich die umfangreichen Familien der Dorſche, Schollen, Thunfiſche, Lippfiſche, Umberfiſche u. ſ. w., ferner die Heftkiemer (Kofferfiſche und Igelfiſche) und die Büſchelkiemer (Seenadeln und Seepferdchen). Dagegen ſind unter unſeren Flußfiſchen nur wenige Phyſokliſten, z. B. der Barſch und der Stichling; die große Mehrzahl der Flußfiſche ſind Phyſoſtomen.

Zwiſchen den echten Fiſchen und den Amphibien mitten inne ſteht die merkwürdige Claſſe der Lurchfiſche oder Molchfiſche (Dipneusta oder Protopteri). Davon leben heute nur noch wenige

Repräſentanten, nämlich der amerikaniſche Molchfiſch (Lepidosiren paradoxa) im Gebiete des Amazonenſtroms, und der afrikaniſche Molchfiſch (Protopterus annectens) in verſchiedenen Gegenden Afrikas. Ein dritter großer Molchfiſch (Ceratodus Forsteri) iſt kürzlich in Auſtralien entdeckt worden. Während der trockenen Jahreszeit, im Sommer, vergraben ſich dieſe ſeltſamen Thiere in dem eintrocknenden Schlamm in ein Neſt von Blättern, und athmen dann Luft durch Lungen, wie die Amphibien. Während der naſſen Jahreszeit aber, im Winter, leben ſie in Flüſſen und Sümpfen, und athmen Waſſer durch Kiemen, gleich den Fiſchen. Aeußerlich gleichen ſie aalförmigen Fiſchen, und ſind wie dieſe mit Schuppen bedeckt; auch in manchen Eigenthümlichkeiten ihres inneren Baues, des Skelets, der Extremitäten ꝛc. gleichen ſie mehr den Fiſchen, als den Amphibien. In anderen Merkmalen dagegen ſtimmen ſie mehr mit den letzteren überein, vor allen in der Bildung der Lungen, der Naſe und des Herzens. Aus dieſen Gründen herrſcht unter den Zoologen ein ewiger Streit darüber, ob die Lurchfiſche eigentlich Fiſche oder Amphibien ſeien. In der That ſind ſie wegen der vollſtändigen Miſchung des Charakters weder das eine noch das andere, und werden wohl am richtigſten als eine beſondere Wirbelthierclaſſe aufgefaßt, welche den Uebergang zwiſchen jenen beiden Claſſen vermittelt. Unter den heute noch lebenden Dipneuſten beſitzt Ceratodus eine einfache unpaare Lunge (Monopneumones), während Protopterus und Lepidoſiren ein Paar Lungen haben (Dipneumones). Auch in anderen Beziehungen zeigt Ceratodus Spuren von höherem Alter, als die beiden anderen. Alle drei Gattungen ſind jedenfalls uralt, und die letzten überlebenden Reſte einer vormals formenreichen Gruppe, welche aber wegen Mangels feſter Skelettheile keine verſteinerten Spuren hinterlaſſen konnte. Sie verhalten ſich in dieſer Beziehung ganz ähnlich den Monorhinen und den Leptocardiern, mit denen ſie gewöhnlich zu den Fiſchen gerechnet werden. Jedoch finden ſich Zähne, welche denen des Ceratodus gleichen, in der Trias. Wahrſcheinlich ſind ausgeſtorbene Dipneuſten der paläolithiſchen Periode, welche ſich in devoniſcher Zeit aus Ur-

fiſchen entwickelt hatten, als die Stammformen der Amphibien und ſomit auch aller höheren Wirbelthiere zu betrachten.

Die nun folgenden Wirbelthierclaſſen, nämlich die Amphibien und die Amnioten (Reptilien, Vögel und Säugethiere) laſſen ſich alle auf Grund ihrer charakteriſtiſchen fünfzehigen Fußbildung (Pentadactylie) von einer gemeinſamen, aus den Selachiern entſprungenen Stammform ableiten, welche an jeder der vier Gliedmaßen fünf Zehen beſaß. Wenn hier weniger als fünf Zehen ausgebildet ſind, ſo müſſen die fehlenden im Laufe der Zeit durch Anpaſſung verloren gegangen ſein. Die älteſten uns bekannten von dieſen fünfzehigen Vertebraten ſind die Lurche (Amphibia). Wir theilen dieſe Claſſe in zwei Unterclaſſen ein, in die Panzerlurche und Nacktlurche, von denen die erſteren durch die Bedeckung des Körpers mit Knochentafeln oder Schuppen ausgezeichnet ſind.

Die erſtere und ältere Unterclaſſe der Amphibien bilden die Panzerlurche (Phractamphibia), die älteſten landbewohnenden Wirbelthiere, von denen uns foſſile Reſte erhalten ſind. Wohlerhaltene Verſteinerungen derſelben finden ſich ſchon in der Steinkohle vor, nämlich die den Fiſchen noch am nächſten ſtehenden Schmelzköpfe (Ganocephala), der Archegoſaurus von Saarbrücken, und das Dendrerpeton aus Nordamerika. Auf dieſe folgen dann ſpäter die rieſigen Wickelzähner (Labyrinthodonta), ſchon im permiſchen Syſtem durch Zygoſaurus, ſpäter aber vorzüglich in der Trias durch Maſtodonſaurus, Trematoſaurus, Capitoſaurus u. ſ. w. vertreten. Dieſe furchtbaren Raubthiere ſcheinen in der Körperform zwiſchen den Krokodilen, Salamandern und Fröſchen in der Mitte geſtanden zu haben, waren aber den beiden letzteren mehr durch ihren inneren Bau verwandt, während ſie durch die feſte Panzerbedeckung mit ſtarken Knochentafeln den erſteren glichen. Schon gegen Ende der Triaszeit ſcheinen dieſe gepanzerten Rieſenlurche ausgeſtorben zu ſein. Aus der ganzen folgenden Zeit kennen wir keine Verſteinerungen von Panzerlurchen. Möglicherweiſe ſind als letzte verkümmerte Reſte dieſer Unterclaſſe die heute noch lebenden Blindwühlen oder Caecilien

(Gymnophiona) zu betrachten, kleine beſchuppte Amphibien von der Form und Lebensweiſe des Regenwurms.

Die zweite Unterclaſſe der Amphibien, die Nacktlurche (Lissamphibia), entſtanden wahrſcheinlich ſchon während der Secundärzeit, obgleich wir foſſile Reſte derſelben erſt aus der Tertiärzeit kennen. Sie unterſcheiden ſich von den Panzerlurchen durch ihre nackte, glatte, ſchlüpfrige Haut, welche jeder Schuppen- oder Panzerbedeckung entbehrt. Durch Rückbildung und Verluſt der letzteren haben ſich die Liſſamphibien aus einem Zweige der Phractamphibien entwickelt. Gewöhnlich werden die Nacktlurche in zwei Ordnungen getheilt: Geſchwänzte (Urodela) und Schwanzloſe oder Froſchlurche (Anura); die erſteren kann man wieder in Kiemenlurche (Sozobranchia) und Kiemenloſe (Lipobranchia) theilen. Dieſe drei Ordnungen von Nacktlurchen, welche noch jetzt leben, die Kiemenlurche, Schwanzlurche und Froſchlurche, wiederholen uns noch heutzutage in ihrer individuellen Entwickelung ſehr deutlich den hiſtoriſchen Entwickelungsgang der ganzen Unterclaſſe. Die älteſten Formen ſind die Kiemenlurche (Sozobranchia), welche zeitlebens auf der urſprünglichen Stammform der Nacktlurche ſtehen bleiben und einen langen Schwanz nebſt waſſerathmenden Kiemen beibehalten. Sie ſtehen am nächſten den Dipneuſten, von denen ſie ſich aber ſchon äußerlich durch den Mangel des Schuppenkleides unterſcheiden. Die meiſten Kiemenlurche leben in Nordamerika, unter anderen der früher erwähnte Axolotl oder Siredon (vergl. oben S. 215). In Europa iſt dieſe Ordnung nur durch eine Form vertreten, durch den berühmten Olm (Proteus anguineus), welcher die Adelsberger Grotte und andere Höhlen Krains bewohnt und durch den Aufenthalt im Dunkeln rudimentäre Augen bekommen hat, die nicht mehr ſehen können (ſ. oben S. 13). Aus den Kiemenlurchen hat ſich durch Verluſt der äußeren Kiemen die Ordnung der Schwanzlurche (Sozura) entwickelt, zu welcher unſer ſchwarzer, gelbgefleckter Landſalamander (Salamandra maculosa) und unſere flinken Waſſermolche (Triton) gehören. Manche von ihnen (z. B. die nordamerikaniſchen Gattungen Amphiuma und Menopoma)

haben noch die Kiemenſpalte beibehalten, trotzdem ſie die Kiemen ſelbſt verloren haben. Alle aber behalten den Schwanz zeitlebens. Bisweilen conſerviren die Tritonen auch die Kiemen und bleiben ſo ganz auf der Stufe der Kiemenlurche ſtehen, wenn man ſie nämlich zwingt, beſtändig im Waſſer zu bleiben (vergl. oben S. 215). Die dritte Ordnung, die Schwanzloſen oder Froſchlurche (Anura oder Batrachia), verlieren bei der Metamorphoſe nicht nur die Kiemen, durch welche ſie in früher Jugend (als ſogenannte „Kaulquappen") Waſſer athmen, ſondern auch den Schwanz, mit dem ſie herumſchwimmen. Sie durchlaufen alſo während ihrer Keimesgeſchichte den Entwickelungsgang der ganzen Unterclaſſe, indem ſie zuerſt Kiemenlurche, ſpäter Schwanzlurche und zuletzt Froſchlurche ſind. Offenbar ergiebt ſich daraus, daß die Froſchlurche ſich erſt ſpäter aus den Schwanzlurchen, wie dieſe ſelbſt aus den urſprünglich allein vorhandenen Kiemenlurchen entwickelt haben.

Indem wir nun von den Amphibien zu der nächſten Wirbelthierclaſſe, den Reptilien, übergehen, bemerken wir eine ſehr bedeutende Vervollkommnung in der ſtufenweiſe fortſchreitenden Organiſation der Wirbelthiere. Alle bisher betrachteten Paarnaſen oder Amphirhinen, und namentlich die beiden großen Claſſen der Fiſche und Lurche ſtimmen in einer Anzahl von wichtigen Charakteren überein, durch welche ſie ſich von den drei noch übrigen Wirbelthierclaſſen, den Reptilien, Vögeln und Säugethieren, ſehr weſentlich unterſcheiden. Bei dieſen letzteren bildet ſich während der embryonalen Entwickelung rings um den Embryo eine von ſeinem Nabel auswachſende beſondere zarte Hülle, die Waſſerhaut oder das Amnion, welche mit dem Fruchtwaſſer oder Amnionwaſſer gefüllt iſt, und in dieſem den Embryo oder den Keim blaſenförmig umſchließt. Wegen dieſer ſehr wichtigen und charakteriſtiſchen Bildung können wir jene drei höchſt entwickelten Wirbelthierclaſſen als Amnionthiere (Amniota) zuſammenfaſſen. Die drei ſoeben betrachteten Claſſen der Paarnaſen dagegen, denen das Amnion, eben ſo wie allen niederen Wirbelthieren

(Unpaarnaſen und Schädelloſen) fehlt, können wir jenen als Amnionloſe (Anamnia) entgegenſetzen.

Die Bildung der Waſſerhaut oder des Amnion, durch welche ſich die Reptilien, Vögel und Säugethiere von allen anderen Wirbelthieren unterſcheiden, iſt offenbar ein höchſt wichtiger Vorgang in der Ontogenie und der ihr entſprechenden Phylogenie der Wirbelthiere. Er fällt zuſammen mit einer Reihe von anderen Vorgängen, welche weſentlich die höhere Entwickelung der Amnionthiere beſtimmten. Dahin gehört vor allen der gänzliche Verluſt der Kiemen, deſſenwegen man ſchon früher die Amnioten als Kiemenloſe (Ebranchiata) allen übrigen Wirbelthieren als Kiemenathmenden (Branchiata) entgegengeſetzt hatte. Bei allen bisher betrachteten Wirbelthieren fanden ſich athmende Kiemen entweder zeitlebens, oder doch wenigſtens, wie bei Fröſchen und Molchen, in früher Jugend. Bei den Reptilien, Vögeln und Säugethieren dagegen kommen zu keiner Zeit des Lebens wirklich athmende Kiemen vor, und die auch hier vorhandenen Kiemenbogen geſtalten ſich im Laufe der Keimesgeſchichte zu ganz anderen Gebilden, zu Theilen des Kieferapparats und des Gehörorgans (vergl. oben S. 274). Alle Amnionthiere beſitzen im Gehörorgane eine ſogenannte „Schnecke“ und ein dieſer entſprechendes „rundes Fenſter“, welche den Amnionloſen fehlen. Bei dieſen letzteren liegt der Schädel des Embryo in der gradlinigen Fortſetzung der Wirbelſäule. Bei den Amnionthieren dagegen erſcheint die Schädelbaſis von der Bauchſeite her eingeknickt, ſo daß der Kopf auf die Bruſt herabſinkt (Taf. III, Fig. C, D, G, H). Auch entwickeln ſich erſt bei den Amnioten die Thränenorgane im Auge.

Wann fand nun im Laufe der organiſchen Erdgeſchichte dieſer wichtige Vorgang ſtatt? Wann entwickelte ſich aus einem Zweige der Amnionloſen (und zwar jedenfalls aus einem Zweige der Amphibien) der gemeinſame Stammvater aller Amnionthiere?

Auf dieſe Frage geben uns die verſteinerten Wirbelthierreſte zwar keine ganz beſtimmte, aber doch eine annähernde Antwort. Die älteſten foſſilen Vertebraten-Reſte, die wir mit Sicherheit auf Am-

nioten beziehen können, ſind Skelete einiger Reptilien aus dem permiſchen Syſtem (Proterosaurus, Parasaurus, Sphenosaurus und einige andere). Dieſe Reptilien ſcheinen zu den älteſten Amnionthieren zu gehören und unſeren gewöhnlichen Eidechſen ſehr nahe zu ſtehen. Alle übrigen verſteinerten Reſte, welche wir bis jetzt von Amnionthieren kennen, gehören der Secundärzeit, Tertiärzeit und Quartärzeit an. Freilich kennen wir von jenen älteſten permiſchen Eidechſen bloß das Skelet. Da wir nun von den entſcheidenden Merkmalen der Weichtheile Nichts wiſſen, ſo iſt es wohl möglich, daß dieſelben noch amnionloſe Thiere waren, welche den Amphibien näher als den Reptilien ſtanden, vielleicht auch zu den Uebergangsformen zwiſchen beiden Claſſen gehörten. Anderſeits finden ſich unzweifelhafte Amnionthiere bereits in der Trias verſteinert vor, und zwar von ſehr verſchiedenen Gruppen. Wahrſcheinlich fand daher eine mannichfaltigere phylogenetiſche Entwickelung und Ausbreitung der Amnioten-Hauptclaſſe erſt in der Triaszeit, im Beginn des meſolithiſchen Zeitalters ſtatt. Wie wir ſchon früher ſahen, iſt offenbar gerade dieſer Zeitraum einer der wichtigſten Wendepunkte in der organiſchen Erdgeſchichte. An die Stelle der paläolithiſchen Farnwälder traten damals die Nadelwälder der Trias. In vielen Abtheilungen der wirbelloſen Thiere traten wichtige Umgeſtaltungen ein: aus den getäfelten Seelilien (Phatnocrina) entwickelten ſich die gegliederten (Coleorina). Die Opſechiniden oder die Seeigel mit zwanzig Plattenreihen traten an die Stelle der paläolithiſchen Palechiniden, der Seeigel mit mehr als zwanzig Plattenreihen. Die Cyſtideen, Blaſtoideen, Trilobiten und andere charakteriſtiſche wirbelloſe Thiergruppen der Primärzeit waren ſo eben ausgeſtorben. Kein Wunder, wenn die umgeſtaltenden Anpaſſungsverhältniſſe im Beginn der Triaszeit auch auf den Wirbelthierſtamm mächtig einwirkten und eine reiche Formen-Entwicklung der Amnionthiere veranlaßten.

Andere Zoologen, wie namentlich Huxley, ſind dagegen der Anſicht, daß eine mannichfaltige Entwicklung der Reptilien-Claſſe ſchon in der permiſchen Periode ſtattfand und daß mithin ihre

erſte Entſtehung in eine noch frühere Zeit zu ſetzen iſt. Jedoch haben ſich die angeblichen Reptilien-Reſte, die man früher im Steinkohlenſyſtem oder gar im devoniſchen Syſteme gefunden zu haben glaubte, ſpäter entweder nicht als Reptilienreſte, oder als viel jüngeren Alters (meiſtens der Trias angehörig) herausgeſtellt. (Vergl. Taf. XIV.)

Die gemeinſame hypothetiſche Stammform aller Amnionthiere, welche wir als Protamnion bezeichnen können, und welche möglicherweiſe dem foſſilen Proteroſaurus nahe verwandt war, ſtand vermuthlich im Ganzen hinſichtlich ihrer äußeren Körperform und inneren Organiſation in der Mitte zwiſchen den Salamandern und Eidechſen. Ihre Nachkommenſchaft ſpaltete ſich ſchon frühzeitig in zwei verſchiedene Linien, von denen die eine die gemeinſame Stammform der Sauropſiden (der Reptilien und Vögel), die andere die Stammform der Säugethiere wurde.

Die Schleicher (Reptilia oder Pholidota, auch Sauria im weiteſten Sinne genannt) bleiben von allen drei Claſſen der Amnionthiere auf der tiefſten Bildungsſtufe ſtehen und entfernen ſich am wenigſten von ihren Stammvätern, den Amphibien. Daher wurden ſie früher allgemein zu dieſen gerechnet, obwohl ſie in ihrer ganzen Organiſation viel näher den Vögeln als den Amphibien verwandt ſind. Gegenwärtig leben von den Reptilien nur noch vier Ordnungen, nämlich die Eidechſen, Schlangen, Crocodile und Schildkröten. Dieſe bilden aber nur noch einen ſchwachen Reſt von der ungemein mannichfaltig und bedeutend entwickelten Reptilienſchaar, welche während der meſolithiſchen oder Secundärzeit lebte und damals alle anderen Wirbelthierclaſſen beherrſchte. Die ausnehmende Entwickelung der Reptilien während der Secundärzeit iſt ſo charakteriſtiſch, daß wir dieſe danach eben ſo gut, wie nach den Gymnoſpermen, benennen konnten (S. 343). Von den 40 Familien, welche die nachſtehende Tabelle Ihnen vorführt, gehören 22, und von den neun Ordnungen gehören fünf ausſchließlich der Secundärzeit an. Dieſe meſolithiſchen Gruppen ſind durch ein † bezeichnet. Mit einziger Ausnahme der Schlangen, die erſt tertiär erſcheinen, finden ſich alle Ordnungen

ſchon im Jura oder der Trias verſteinert vor; die älteſten, die Tocoſaurier, ſchon im permiſchen Syſtem.

Die erſte Ordnung der Reptilien, die der Stammſchleicher (Tocosauria), umfaßt die älteſten und niedrigſten Formen ſowohl der Reptilien, als überhaupt aller Amnionthiere. Wir faſſen daher in dieſer Gruppe vorläufig drei Familien zuſammen: die Protamnioten, Proreptilien und Proteroſaurier. Die erſte Familie bilden die hypothetiſchen Uramnioten (Protamniota), die wir aus den oben angeführten Gründen als die gemeinſamen Stammformen aller Amnionthiere anſehen müſſen. Es befanden ſich darunter die merkwürdigen Uebergangsformen von gewiſſen ſalamanderähnlichen Amphibien, zu jenen älteſten, eidechſen-ähnlichen Reptilien, die zuerſt den Beſitz von Amnion und Allantois erwarben. Dieſe Protamnioten haben ſpäteſtens in der permiſchen Periode, vielleicht ſchon in der vorhergehenden Steinkohlenzeit exiſtirt. Sie bilden die gemeinſame Wurzel, auf welche einerſeits die älteſten Stammformen der Säugethiere (Promammalia), anderſeits diejenigen der Vögel und eigentlichen Reptilien (Proreptilia) zurückzuführen ſind. Dieſen letzteren wahrſcheinlich nahe verwandt waren die Ureidechſen oder Proteroſaurier, die älteſten foſſilen Reptilien, die wir bis jetzt kennen, und die ſchon im permiſchen Syſtem verſteinert vorkommen (Proterosaurus, Parasaurus, Sphenosaurus etc.). Der älteſte bekannte Abdruck dieſer wichtigen Proterosauria, die unſeren gewöhnlichen Eidechſen und namentlich den Monitoren ſehr ähnlich waren, iſt der thüringer Proterosaurus Speneri, der ſchon 1710 im Kupferſchiefer von Eiſenach entdeckt und von dem Berliner Arzte Spener zuerſt beſchrieben wurde.

Aus den Tokoſauriern, die als die gemeinſame Stammgruppe aller Amnionthiere von beſonderer Bedeutung ſind, haben ſich wahrſcheinlich ſchon während der permiſchen Periode mannichfaltig divergirende Zweige von Reptilien entwickelt, welche dann in der folgenden Trias-Periode zu höherer Ausbildung und in der Jura-Zeit zu voller Blüthe gelangten. Ueber den verwandtſchaftlichen Zuſammenhang derſelben kann man ſich bei dem gegenwärtigen Zuſtande un-

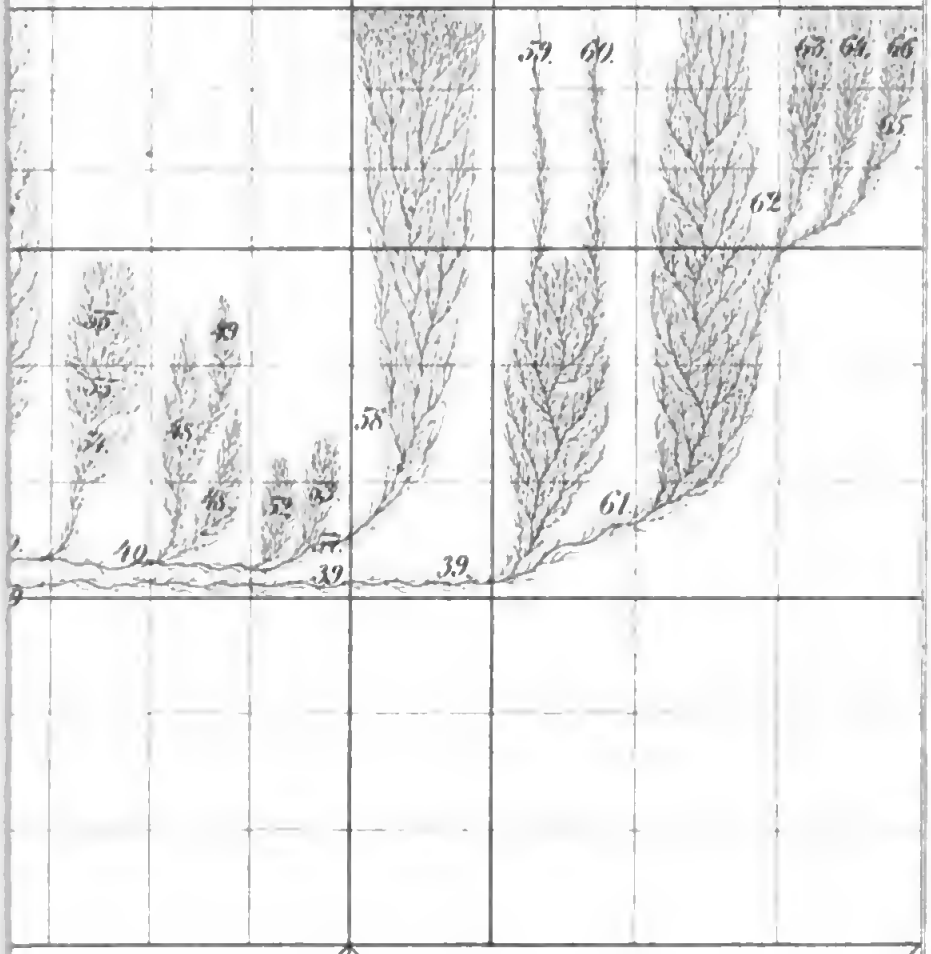
re. } Paarnasen oder Amphirhinen
mit Amnion, ohne Kiemen.

Reptilia.

Vögel. Aves.

Säugethiere. Mammalia

	Flug schleicher Ptero sauria.	Drachen Dino sauria.	Schnabel schleicher Anomo dontia.	Schnabel thiere. Monotrema.	Beutel thiere. Marsupialia.	Placental thiere. Placentalia.



cher
etischer
aum
stammes
begründet.

Relative Länge der 5 Zeitalter in Procenten.

V. Quartär-Zeit	0,5
IV. Tertiär-Zeit	2,3
III. Secundär-Zeit	11,5
II. Primär-Zeit	32,1
I. Primordial-Zeit	53,6
Summa	100,0

ſerer Kenntniſſe ungefähr diejenige vorläufige Hypotheſe bilden, deren einfachſter Ausdruck der Stammbaum auf S. 549 iſt. Als die conſervativſte und am wenigſten veränderte Ordnung iſt wohl diejenige der eigentlichen Eidechſen (Autosauria oder Lacertilia) zu betrachten. Aus einem Zweige derſelben entwickelten ſich ſpäter die Schlangen (Ophidia). Andere Zweige des Reptilien-Stammes, die direct oder indirect aus den Tokoſauriern hervorgingen, ſind die Crocodile und Schildkröten. Zwei verſchiedene Gruppen von Reptilien lernten fliegen und wurden Luftbewohner, einerſeits die Flugeidechſen (Pterosauria), anderſeits die Vögel; letztere ſtammen von den Ornithoſceliden ab, einem Zweige der Dinoſaurier. Aus einer ganz anderen Gruppe, den Theroſauriern, gingen die Stammformen der Säugethiere hervor. Endlich bilden eine ganz beſonderere Gruppe die Seedrachen (Halisauria), deren Stellung unter den Reptilien überhaupt noch zweifelhaft iſt.

Die Wirbelthiere, die wir unter dem Namen der Seedrachen (Halisauria oder Enaliosauria) zuſammenfaſſen, ſind ſchon längſt (ſchon ſeit der Kreidezeit) ausgeſtorben. Als furchtbare Raubthiere bevölkerten ſie die meſolithiſchen Meere in großen Mengen und in höchſt ſonderbaren Formen, zum Theil von 30—40 Fuß Länge. Sehr zahlreiche und vortrefflich erhaltene Verſteinerungen und Abdrücke, ſowohl von ganzen Seedrachen als von einzelnen Theilen derſelben, haben uns mit ihrem Körperbau bekannt gemacht. Gewöhnlich werden dieſelben jetzt zu den Reptilien geſtellt, während einige Anatomen ihnen einen viel tieferen Rang, in unmittelbarem Anſchluß an die Fiſche, anweiſen. Die neueren Unterſuchungen von Gegenbaur, welche vor allem die maßgebende Bildung der Gliedmaßen in das rechte Licht ſetzen, ſcheinen nämlich zu dem überraſchenden Reſultate zu führen, daß die Seedrachen eine iſolirt ſtehende Gruppe bilden, ziemlich weit entfernt ſowohl von den Reptilien und Amphibien, als von den eigentlichen Fiſchen. Die Skeletbildung ihrer vier Beine, welche zu kurzen, breiten Ruderfloſſen umgeformt ſind (ähnlich wie bei den Fiſchen und Walfiſchen), ſcheint zu beweiſen,

daß ſich die Haliſaurier früher als die Amphibien von dem Wirbelthierſtamme abgezweigt haben. Denn die Amphibien ſowohl als die drei höheren Wirbelthierclaſſen ſtammen alle von einer gemeinſamen Stammform ab, welche an jedem Beine nur fünf Zehen oder Finger beſaß. Die Seedrachen dagegen beſitzen (entweder deutlich entwickelt oder doch in der Anlage des Fußſkelets ausgeprägt) mehr als fünf Finger, wie die Urfiſche. Andrerſeits haben ſie Luft durch Lungen, wie die Dipneuſten, geathmet, trotzdem ſie beſtändig im Meere umherſchwammen. Sie haben ſich daher vielleicht (im Zuſammenhang mit den Lurchfiſchen?) von den Selachiern abgezweigt, aber nicht weiter in höhere Wirbelthiere fortgeſetzt. Sie bilden eine ausgeſtorbene Seitenlinie. (Vergl. Taf. XIV.)

Die genauer bekannten Seedrachen vertheilen ſich auf vier, ziemlich ſtark von einander ſich entfernende Familien, die Urdrachen, Schlangendrachen, Fiſchdrachen und Schnabeldrachen. Die Urdrachen (Simosauria) ſind die älteſten Seedrachen und lebten bloß während der Triasperiode. Beſonders häufig findet man ihre Skelette im Muſchelkalk, und zwar zahlreiche verſchiedene Gattungen. Sie ſcheinen im Ganzen den Pleſioſauren ſehr ähnlich geweſen zu ſein und werden daher wohl auch mit dieſen zu einer Ordnung (Sauropterygia) vereinigt. Die Schlangendrachen (Plesiosauria) lebten zuſammen mit den Ichthyoſauren in der Jura- und Kreidezeit. Sie zeichneten ſich durch einen ungemein langen und ſchlanken Hals aus, welcher oft länger als der ganze Körper war und einen kleinen Kopf mit kurzer Schnauze trug. Wenn ſie den Hals gebogen aufrecht trugen, werden ſie einem Schwane ähnlich geweſen ſein; aber ſtatt der Flügel und Beine hatten ſie zwei Paar kurze, platte, ovale Ruderfloſſen.

Ganz anders war die Körperform der Fiſchdrachen (Ichthyosauria), welche auch wohl als Fiſchfloſſer (Ichthyopterygia) den beiden vorigen Familien entgegengeſetzt werden. Sie beſaßen einen ſehr langgeſtreckten Fiſchrumpf und einen ſchweren Kopf mit verlängerter platter Schnauze, dagegen einen ſehr kurzen Hals. Sie werden äußerlich gewiſſen Delphinen ſehr ähnlich geweſen ſein. Der

Schwanz ist bei ihnen sehr lang, bei den vorigen dagegen sehr kurz. Auch die beiden Paar Ruderflossen sind breiter und zeigen einen wesentlich anderen Bau. Die echten Ichthyosaurier haben furchtbare Zähne in den Kiefern; diese sind verloren gegangen bei den nordamerikanischen Schnabeldrachen (Sauranodontia). Vielleicht haben sich die Fischdrachen und die Schlangendrachen als zwei divergente Zweige aus den Urdrachen entwickelt. Vielleicht haben aber auch die Simosaurier bloß den Plesiosauriern den Ursprung gegeben, während die Ichthyosaurier sich tiefer unten von dem gemeinsamen Stamme abgezweigt haben. Die Sauranodonten stammen von Ichthyosauriern ab. Jedenfalls sind alle Seedrachen direct oder indirect von den Selachiern abzuleiten, vielleicht aber auch direct von einem Zweige der Tokosaurier.

Unter den vier Reptilien-Ordnungen, welche gegenwärtig noch leben, und welche schon seit Beginn der Tertiärzeit allein die Classe vertreten haben, schließen sich die Eidechsen (Autosauria oder Lacertilia) offenbar am nächsten an die ausgestorbenen Stammreptilien an, besonders durch die schon genannten Monitoren. Aus einem Zweige der Eidechsenordnung hat sich die Abtheilung der Schlangen (Ophidia) entwickelt und zwar wahrscheinlich erst im Beginn der Tertiärzeit. Wenigstens kennt man versteinerte Schlangen bis jetzt bloß aus tertiären Schichten. Viel früher sind die Crocodile (Crocodilia) entstanden, von denen die ältesten, die Thecodonten oder Belodonten schon in der Trias, die Teleosaurier massenhaft versteinert schon im Jura gefunden werden; die jetzt allein noch lebenden Gaviale und Alligatoren dagegen kommen erst in den Kreide- und Tertiärschichten fossil vor.

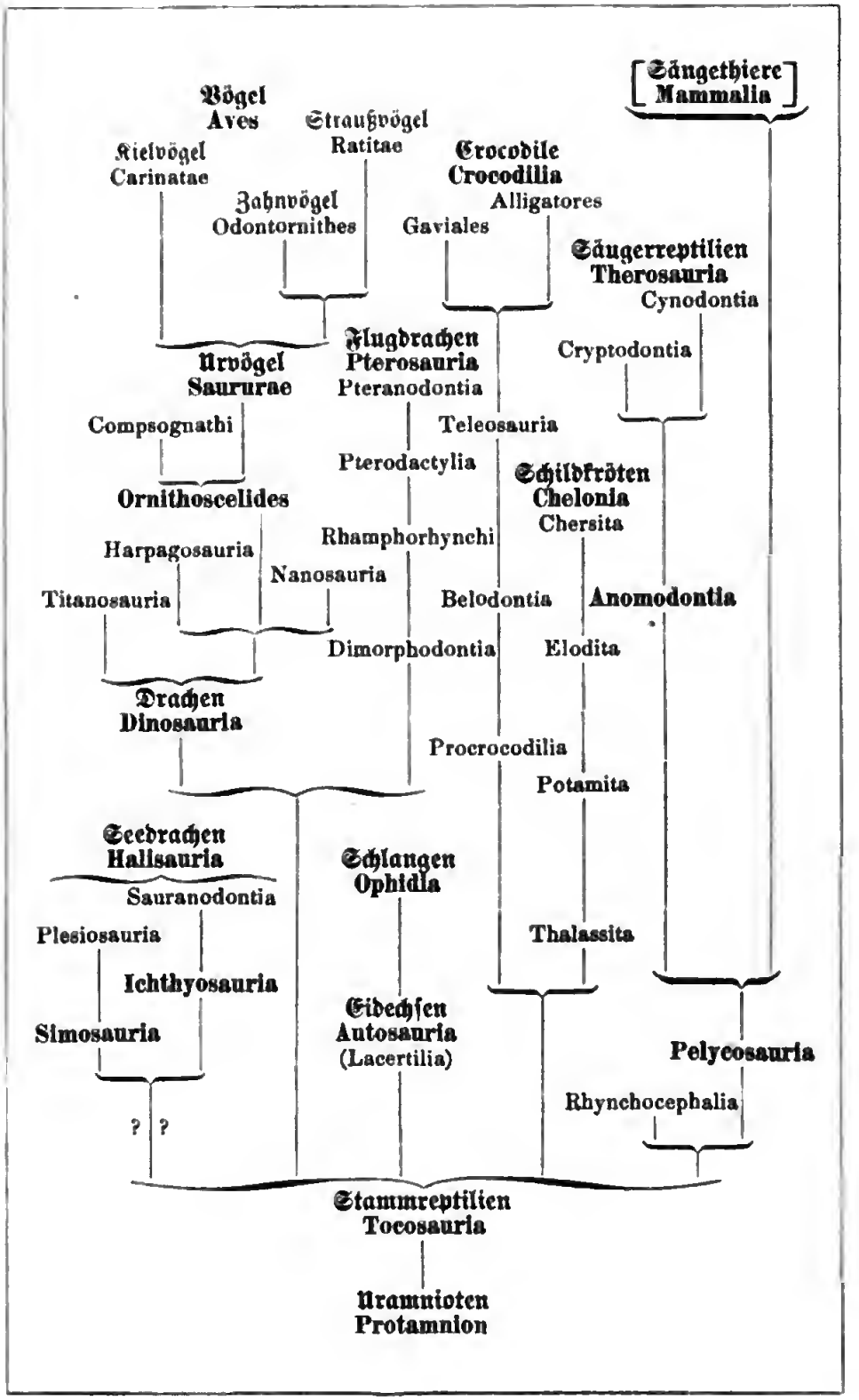
Am meisten isolirt unter den vier lebenden Reptilien-Ordnungen steht die merkwürdige Gruppe der Schildkröten (Chelonia). Diese sonderbaren Thiere kommen zuerst versteinert im Jura vor. Sie nähern sich durch einige Charaktere den Amphibien, durch andere den Crocodilen, und durch gewisse Eigenthümlichkeiten sogar den Vögeln, so daß ihr wahrer Platz im Stammbaum der Reptilien unsicher ist.

Syſtematiſche Ueberſicht

der Ordnungen und Familien der Reptilien.

(Die mit einem † bezeichneten Gruppen ſind in der Secundärzeit ausgeſtorben.)

Ordnungen der Reptilien	Familien der Reptilien	Familien der Reptilien	Ein Gattungsname als Beiſpiel
I. Stammreptilien Tocosauria †	1. Uramnioten	1. Protamniota	† Protamnion
	2. Urſchleicher	2. Proreptilia	† Archaeosaurus
	3. Ureidechſen	3. Proterosaurla	† Proterosaurus
II. Eidechſen Autosauria	4. Geckonen	4. Ascalobotae	Platydactylus
	5. Monitoren	5. Monitores	Monitor
	6. Lacertinen	6. Lacertina	Lacerta
	7. Wirtelechſen	7. Chalcidia	Zonurus
	8. Scinccoiden	8. Scinccoldea	Anguis
	9. Moſaſaurier	9. Mosasauria	† Mosasaurus
	10. Ringeleidechſen	10. Glyptoderma	Amphisbaena
	11. Chamaeleonen	11. Vermilingues	Chamaeleo
III. Schlangen Ophidia	12. Nattern	12. Aglyphodonta	Coluber
	13. Baumſchlangen	13. Opisthoglypha	Dipsas
	14. Giftnattern	14. Proteroglypha	Hydrophis
	15. Ottern	15. Solenoglypha	Vipera
	16. Wurmſchlangen	16. Opoterodonta	Typhlops
IV. Crocodile Crocodilia	17. Thecodonten	17. Thecodontia	† Belodon
	18. Teleoſaurier	18. Teleosauria	† Teleosaurus
	19. Gaviale	19. Gaviales	Gavialis
	20. Alligatoren	20. Alligatores	Alligator
V. Schildkröten Chelonia	21. Seeſchildkröten	21. Thalassita	Chelone
	22. Flußſchildkröten	22. Potamita	Trionyx
	23. Sumpfſchildkröten	23. Elodita	Emys
	24. Landſchildkröten	24. Chersita	Testudo
VI. Seedrachen Halisauria †	25. Urdrachen	25. Simosauria	† Simosaurus
	26. Schlangendrachen	26. Plesiosauria	† Plesiosaurus
	27. Fiſchdrachen	27. Ichthyosauria	† Ichthyosaurus
	28. Schnabelrachen	28. Sauranodontla	† Sauranodon
VII. Flugdrachen Pterosauria †	29. Langſchwänzige	29. Dimorphodontla	† Dimorpodon
	30. Flugeidechſen	30. Rhampho-rhynchi	† Rhampho-rhynchus
	31. Kurzſchwänzige	31. Pterodactyli	† Pterodactylus
	32. Flugeidechſen	32. Pteranodontia	† Pteranodon
VIII. Drachen Dinosauria †	33. Zwergdrachen	33. Nanosauria	† Nanosaurus
	34. Rieſendrachen	34. Harpagosauria	† Megalosaurus
	35. Elephantendrachen	35. Titanosauria	† Iguanodon
	36. Vogeleidechſen	36. Ornithoscelides	† Compsogna-thus
IX. Säugerreptilien Therosauria †	37. Pelycoſaurier	37. Pelycosauria	† Pelycosaurus
	38. Rüſſeleidechſen	38. Rhyncho-cephalia	† Rhyncho-cephalus
	39. Hundszähner	39. Cynodontia	† Dicynodon
	40. Fehlzähner	40. Cryptodontla	† Udenodon


Säugethiere
Mammalia
Vögel
Aves
Straußvögel
Ratitae
Crocodile
Crocodilia
Kielvögel
Carinatae
Zahnvögel
Odontornithes
Alligatores
Gaviales
Säugerreptilien
Therosauria
Cynodontia
Urvögel
Saururae
Flugdrachen
Pterosauria
Pteranodontia
Cryptodontia
Compsognathi
Teleosauria
Pterodactylia
Schildkröten
Chelonia
Chersita
Ornithoscelides
Rhamphorhynchi
Harpagosauria
Nanosauria
Titanosauria
Belodontia
Anomodontia
Dimorphodontia
Elodita
Drachen
Dinosauria
Procrocodilia
Potamita
Seedrachen
Halisauria
Schlangen
Ophidia
Sauranodontia
Plesiosauria
Thalassita
Ichthyosauria
Eidechsen
Autosauria
(Lacertilia)
Simosauria
Pelycosauria
Rhynchocephalia
? ?
Stammreptilien
Tocosauria
Uramnioten
Protamnion

Wahrſcheinlich liegt er tief unten an der Wurzel. Höchſt auffallend iſt die Aehnlichkeit, welche ihre Embryonen ſelbſt noch in ſpäteren Stadien der Ontogeneſis mit denjenigen der Vögel zeigen (vergl. Taf. II und III). Von den 4 Unterordnungen der Schildkröten ſind die älteſten die Seeſchildkröten (Thalassita). Aus dieſen haben ſich ſpäter die Flußſchildkröten (Potamita) und aus dieſen wiederum in weiterer Folge die Sumpfſchildkröten (Elodita) entwickelt. Endlich noch viel ſpäter, erſt in der Tertiärzeit, treten die Landſchildkröten (Chersita) auf.

Unter den fünf intereſſanten Ordnungen der ausgeſtorbenen Reptilien iſt die abweichendſte und ſonderbarſte diejenige der Flugdrachen oder Flugreptilien (Pterosauria); fliegende Eidechſen, bei denen der außerordentlich verlängerte fünfte Finger der Hand als Stütze einer gewaltigen Flughaut diente. Sie flogen in der Secundärzeit wahrſcheinlich in ähnlicher Weiſe umher, wie jetzt die Fledermäuſe. Die kleinſten Flugeidechſen hatten ungefähr die Größe eines Sperlings. Die größten Pteroſaurier aber, mit einer Klafterweite der Flügel von mehr als 8 Meter und einer Rumpflänge von 2 Meter, übertrafen die größten jetzt lebenden fliegenden Vögel (Condor und Albatros) bedeutend an Umfang. Sie waren wirkliche fliegende Drachen mit furchtbarem Gebiß. Die älteren Pteroſaurier (Dimorphodontia und Rhamphorhynchi) hatten einen langen Schwanz; die jüngeren (Pterodactylia und Pteranodontia) hatten denſelben rückgebildet; die coloſſalen Pteranodontien hatten auch das Gebiß verloren; eine intereſſante Parallele zu den Vögeln. Ihre verſteinerten Reſte, namentlich die langſchwänzigen Rhamphorhynchen und die kurzſchwänzigen Pterodactylen, finden ſich zahlreich in allen Schichten der Jura- und Kreidezeit, aber nur in dieſen vor.

Nicht minder merkwürdig und für das meſolithiſche Zeitalter charakteriſtiſch war die formenreiche Gruppe der Drachen oder Lindwürmer (Dinosauria). Das ſind zum großen Theil coloſſale Reptilien, welche eine Länge von 60—80 Fuß und eine Höhe von 20 bis 30 Fuß erreichten, die größten Landbewohner, welche jemals unſer

Erdball getragen hat. Sie lebten ausſchließlich in der Secundärzeit; beginnen mit der unteren Trias und hören mit der oberen Kreide wieder auf. Die meiſten Reſte derſelben finden ſich im Jura und in der unteren Kreide, namentlich in der Wälderformation. Die Mehrzahl waren furchtbare Raubthiere (Megaloſaurus von 20—30, Peloroſaurus von 40—60 Fuß Länge). Iguanodon jedoch und viele Andere lebten von Pflanzennahrung und ſpielten in den Wäldern der Kreidezeit wahrſcheinlich eine ähnliche Rolle, wie die ebenſo ſchwerfälligen, aber kleineren Elephanten, Flußpferde und Nashörner der Gegenwart. Zu dieſen coloſſalen Pflanzenfreſſern gehört das größte aller bekannten Landthiere, der ungeheure Atlasdrache (Atlantoſaurus), der eine Länge von 80 Fuß bei einer Höhe von 30 Fuß erreichte; er kann zum Frühſtück einen ganzen Baum verſpeiſt haben. Seine Wirbel hatten über einen Fuß Durchmeſſer. Dieſes erſtaunliche Ungeheuer iſt 1877 in den Kreideſchichten von Colorado in Nordamerika von dem berühmten Paläontologen Marſh entdeckt worden, dem wir auch die Entdeckung vieler anderer höchſt intereſſanter foſſiler Wirbelthiere verdanken; dieſe befinden ſich in der unvergleichlichen paläontologiſchen Sammlung von Yale College. Neben jenen Rieſen finden ſich aber auch viele kleinere Formen unter den Dinoſauriern, bis zur Größe einer Katze und einer Eidechſe herab. Morphologiſch ſind ſie vor Allem intereſſant durch den Knochenbau ihrer Gliedmaßen, namentlich des Schultergürtels und Beckengürtels. Denn dieſe führen allmählich zu der charakteriſtiſchen Bildung dieſer Theile bei den Vögeln hinüber, weshalb Huxley die Dinoſaurier geradezu Vogelbeinige (Ornithoscelides) nannte. Im engeren Sinne gebührt dieſer Name dem merkwürdigen Compsognathus aus dem Jura von Solenhofen, der unmittelbar zu den Vögeln hinüberführt.

Wie die Dinoſaurier zu den Vögeln, ſo bilden die Säugereptilien (Therosauria oder Theromorpha) die Uebergangsgruppe von den Uramnioten zu den Säugethieren. Der verdienſtvolle amerikaniſche Paläontologe Cope, dem wir ebenfalls viele der wichtigſten

fossilen Vertebratenfunde verdanken, hat kürzlich gezeigt, daß diese Theroſaurier (meiſtens der Trias angehörig) durch eine lange Reihe von Zwiſchenformen von den Tocoſauriern zu den Säugethieren, und zunächſt zu den Monotremen hinüberführen. Das geht deutlich aus dem Bau ihrer Gliedmaßen, namentlich des Schultergürtels und Beckengürtels hervor. Die älteſten Theroſaurier ſind die Polycosauria; obgleich ſie ſchon Landbewohner waren, beſaßen ſie doch ſtatt der gegliederten Wirbelſäule noch eine einfache Chorda. Später folgen auf ſie die Anomodontia, die theils wenige große Hundszähne beſaßen (Cynodontia), theils die Zähne ganz verloren hatten (Cryptodontia). Aus einer Gruppe der Theroſaurier entwickelten ſich wahrſcheinlich während der Triasperiode die Stammformen der Säugethiere, die Promammalien.

Die Claſſe der Vögel (Aves) iſt, wie ſchon bemerkt, durch ihren inneren Bau und durch ihre embryonale Entwickelung den Reptilien ſo nahe verwandt, daß ſie ohne allen Zweifel aus einem Zweige dieſer Claſſe wirklich ihren Urſprung genommen hat. Wie Ihnen allein ſchon ein Blick auf Taf. II und III zeigt, ſind die Embryonen der Vögel zu einer Zeit, in der ſie bereits ſehr weſentlich von den Embryonen der Säugethiere verſchieden erſcheinen, von denen der Schildkröten und anderer Reptilien noch kaum zu unterſcheiden. Die Dotterfurchung iſt bei den Vögeln und Reptilien partiell, bei den Säugethieren total. Die rothen Blutzellen der erſteren beſitzen einen Kern, die der letzteren dagegen nicht. Die Haare der Säugethiere entwickeln ſich in anderer Weiſe, als die Federn der Vögel und die Schuppen der Reptilien. Der Unterkiefer der letzteren iſt viel verwickelter zuſammengeſetzt, als derjenige der Säugethiere. Auch fehlt dieſen letzteren das Quadratbein der erſteren. Während bei den Säugethieren (wie bei den Amphibien) die Verbindung zwiſchen dem Schädel und dem erſten Halswirbel durch zwei Gelenkhöcker oder Condylen geſchieht, ſind dieſe dagegen bei den Vögeln und Reptilien zu einem einzigen verſchmolzen. Daher faßt Huxley die

beiden letzteren Claſſen mit vollem Rechte in einer Gruppe als Sauropsida zuſammen und ſtellt dieſen die Säugethiere gegenüber.

Die Abzweigung der Vögel von den Reptilien fand jedenfalls erſt während der meſolithiſchen Zeit, und zwar wahrſcheinlich während der Triasperiode ſtatt. Die älteſten foſſilen Vogelreſte ſind im oberen Jura gefunden worden (Archaeopteryx). Aber ſchon in der Triaszeit lebten verſchiedene Dinoſaurier, die in mehrfacher Hinſicht den Uebergang von den Tocoſauriern zu den Stammvätern der Vögel, den hypothetiſchen Protornithen, zu bilden ſcheinen. Zu dieſen merkwürdigen Uebergangsformen gehört namentlich der ſchon erwähnte Compsognathus aus dem Jura von Solenhofen.

Die große Mehrzahl der Vögel erſcheint, trotz aller Mannichfaltigkeit in der Färbung des ſchönen Federkleides und in der Bildung des Schnabels und der Füße, höchſt einförmig organiſirt, in ähnlicher Weiſe, wie die Inſectenclaſſe. Den äußeren Exiſtenzbedingungen hat ſich die Vogelform auf das Vielfältigſte angepaßt, ohne dabei irgend weſentlich von dem ſtreng erblichen Typus der charakteriſtiſchen inneren Bildung abzuweichen. Die ſogenannten „Ordnungen" der Vögel unterſcheiden ſich daher in viel geringerem Grade von einander, als die verſchiedenen Ordnungen der Reptilien oder der Säugethiere. Im Ganzen unterſcheiden wir nur vier Ordnungen von Vögeln: 1) die Urvögel (Saururae); 2) die Zahnvögel (Odontornithes); 3) die Straußvögel (Ratitae) und 4) die Kielvögel (Carinatae).

Die erſte Ordnung, die Urvögel (Saururae) ſind bis jetzt bloß durch eine einzige und noch dazu unvollſtändig erhaltene foſſile Art bekannt, welche aber als die älteſte und dabei ſehr eigenthümliche Vogelverſteinerung eine ſehr hohe Bedeutung beanſprucht. Das iſt der Urgreif oder die Archaeopteryx lithographica, welche bis jetzt erſt in zwei Exemplaren im lithographiſchen Schiefer von Solenhofen, im oberen Jura von Baiern, gefunden wurde. Wir dürfen ihn als einen nahen Verwandten der hypothetiſchen Protornis betrachten, der gemeinſamen Stammform aller Vögel. Dieſer merk-

würdige Vogel ſcheint im Ganzen Größe und Wuchs eines ſtarken Raben gehabt zu haben, wie namentlich die wohl erhaltenen Beine zeigen; Kopf und Bruſt fehlen leider. Die Flügelbildung weicht ſchon etwas von derjenigen der anderen Vögel ab, noch viel mehr aber der Schwanz. Bei allen übrigen Vögeln iſt der Schwanz ſehr kurz, aus wenigen kurzen Wirbeln zuſammengeſetzt. Die letzten derſelben ſind zu einer dünnen, ſenkrecht ſtehenden Knochenplatte verwachſen, an welcher ſich die Steuerfedern des Schwanzes fächerförmig anſetzen. Die Archäopteryx dagegen hat einen langen Schwanz, wie die Eidechſen, aus zahlreichen (20) langen und dünnen Wirbeln zuſammengeſetzt; und an jedem Wirbel ſitzen zweizeilig ein Paar ſtarke Steuerfedern, ſo daß der ganze Schwanz regelmäßig gefiedert erſcheint. Dieſelbe Bildung der Schwanzwirbelſäule zeigt ſich bei den Embryonen der übrigen Vögel vorübergehend, ſo daß offenbar der Schwanz der Archäopteryx die urſprüngliche, von den Reptilien ererbte Form des Vogelſchwanzes darſtellt. Wahrſcheinlich lebten ähnliche Urvögel mit Eidechſenſchwanz um die mittlere Secundärzeit in großer Menge; der Zufall hat uns aber erſt dieſen einen Reſt bis jetzt enthüllt.

Eine zweite, ebenfalls ausgeſtorbene Vogel-Ordnung bilden die merkwürdigen Zahnvögel (Odontornithes), welche Marſh in der Kreide von Nord-Amerika entdeckt hat. Sie hatten bereits den kurzen Fächerſchwanz der gewöhnlichen Kielvögel, aber im Schnabel trugen ſie noch zahlreiche Zähne, wie wahrſcheinlich auch die Urvögel. Zum Theil waren ſie ſehr groß. Hesperornis, der einem ſchwimmenden und fleiſchfreſſenden Straußvogel glich, erreichte über 2 Meter Länge.

Die dritte Ordnung, die Straußvögel (Ratitae), auch Laufvögel (Cursores) genannt, ſind gegenwärtig nur noch durch wenige lebende Arten vertreten, durch den zweizehigen afrikaniſchen Strauß, die dreizehigen amerikaniſchen und neuholländiſchen Strauße, die indiſchen Caſuare, und die vierzehigen Kiwis oder Apteryx von Neuſeeland. Auch die ausgeſtorbenen Rieſenvögel von Madagaskar (Aepyornis) und von Neuſeeland (Dinornis), welche viel größer waren als

die jetzt lebenden größten Strauße, gehören zu dieser Gruppe. Wahrscheinlich sind die straußartigen Vögel durch Abgewöhnung des Fliegens, durch die damit verbundene Rückbildung der Flugmuskeln und des denselben zum Ansatz dienenden Brustbeinkammes, und durch entsprechend stärkere Ausbildung der Hinterbeine zum Laufen, aus einem Zweige der kielbrüstigen Vögel entstanden. Vielleicht sind dieselben jedoch auch, wie Huxley meint, nächste Verwandte der Dinosaurier, namentlich des Kompsognathus, und stehen dann den Urvögeln näher als die Kielvögel.

Zu den Kielvögeln (Carinatae) gehören alle jetzt lebenden Vögel, mit Ausnahme der straußartigen oder Ratiten. Sie haben sich wahrscheinlich in der zweiten Hälfte der Secundärzeit, in der Jurazeit oder in der Kreidezeit, aus den fiederschwänzigen Urvögeln durch Verwachsung der hinteren Schwanzwirbel und Verkürzung des Schwanzes entwickelt. Aus der Secundärzeit kennt man von ihnen nur sehr wenige Reste, und zwar nur aus dem letzten Abschnitt derselben, aus der Kreide. Diese Reste gehören mehreren Schwimmvögeln und Stelzvögeln an. Alle übrigen bis jetzt bekannten versteinerten Vogelreste sind in den Tertiärschichten gefunden. Da alle diese Kielvögel unter sich sehr nahe verwandt sind und durch mannichfaltige Beziehungen vielfach verknüpft erscheinen, so ist ihre Stammesgeschichte sehr schwierig zu enträthseln.

Syſtematiſche Ueberſicht
über die Ordnungen und Familien der Vögel.

Ordnungen der Vögel	Charactere der Ordnungen	Familien der Vögel	Eine Gattung als Beiſpiel
I. Urvögel Saururae	Zähne im Schnabel Langer Eidechſenſchwanz (gefiedert) Bruſtbein mit Kiel	1. Protornithes	Protornis
		2. Archaeopteryges	Archaeopteryx
II. Zahnvögel Odontornithes	Zähne im Schnabel Kurzer Büſchelſchwanz (gebüſchelt) Bruſtbein ohne Kiel	3. Hesperornithes	Hesperornis
		4. Ichthyornithes	Ichthyornis
III. Straußvögel Ratitae	Keine Zähne im Schnabel Kurzer Büſchelſchwanz (gebüſchelt) Bruſtbein ohne Kiel	5. Apterygida	Apteryx
		6. Dinornithes	Dinornis
		7. Casuaridae	Casuarius
		8. Rheidae	Rhea
		9. Struthionidae	Struthio
IV. Kielvögel Carinatae	Keine Zähne im Schnabel Kurzer Fächerſchwanz (gefächert) Bruſtbein mit Kiel	10. Dromaeognathae	Tinamus
		11. Spheniscidae	Apteuodytes
		12. Pygopodes	Colymbus
		13. Longipennes	Larus
		14. Steganopoda	Pelecanus
		15. Lamellirostres	Cygnus
		16. Ciconaria	Ardea
		17. Grallae	Scolopax
		18. Rasores	Gallus
		19. Gyrantes	Columba
		20. Passerina	Fringilla
		21. Macrochires	Cypselus
		22. Picariae	Picus
		23. Coccyges	Rhamphactus
		24. Psittacidae	Psittacus
		25. Raptatores	Aquila

Einundzwanzigſter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.
IV. Säugethiere.

Syſtem der Säugethiere nach Linné und nach Blainville. Drei Unterclaſſen der Säugethiere (Ornithodelphien, Didelphien, Monodelphien). Ornithodelphien oder Monotremen. Schnabelthiere (Ornithoſtomen). Didelphien oder Marſupialien. Pflanzenfreſſende und fleiſchfreſſende Beutelthiere. Monodelphien oder Placentalien (Placentalthiere). Bedeutung der Placenta. Zottenplacentner. Gürtelplacentner. Scheibenplacentner. Decidualoſe oder Indeciduen. Hufthiere. Unpaarhufer und Paarhufer. Walthiere. Deciduathiere oder Deciduaten. Halbaffen. Zahnarme. Nagethiere. Scheinhufer. Inſectenfreſſer. Raubthiere. Flederthiere. Affen.

Meine Herren! Es giebt nur wenige Anſichten in der Syſtematik der Organismen, über welche die Naturforſcher von jeher einig geweſen ſind. Zu dieſen wenigen unbeſtrittenen Punkten gehört die bevorzugte Stellung der Säugethierclaſſe an der Spitze des Thierreichs. Der Grund dieſes Privilegiums liegt theils in dem beſonderen Intereſſe, dem mannichfaltigen Nutzen und dem vielen Vergnügen, das in der That die Säugethiere mehr als alle anderen Thiere dem Menſchen darbieten; theils und noch mehr aber in dem Umſtande, daß der Menſch ſelbſt ein Glied dieſer Claſſe iſt. Denn wie verſchiedenartig auch ſonſt die Stellung des Menſchen in der Natur und im Syſtem der Thiere beurtheilt worden iſt, niemals iſt je ein Naturforſcher darüber in Zweifel geweſen, daß der Menſch, mindeſtens rein morphologiſch betrachtet, zur Claſſe der Säugethiere gehöre. Daraus

folgt aber für uns ohne Weiteres der höchſt bedeutende Schluß, daß der Menſch auch ſeiner Blutsverwandtſchaft nach ein Glied dieſer Thierclaſſe iſt, und aus längſt ausgeſtorbenen Säugethierformen ſich hiſtoriſch entwickelt hat. Dieſer Umſtand allein ſchon wird es rechtfertigen, daß wir hier der Geſchichte und dem Stammbaum der Säugethiere unſere beſondere Aufmerkſamkeit zuwenden. Laſſen Sie uns zu dieſem Zwecke wieder zunächſt das Syſtem dieſer Thierclaſſe unterſuchen.

Von den älteren Naturforſchern wurden die Säugethiere mit vorzüglicher Rückſicht auf die Bildung des Gebiſſes und der Füße in eine Reihe von 8—16 Ordnungen eingetheilt. Auf der tiefſten Stufe dieſer Reihe ſtanden die Walfiſche, welche durch ihre fiſchähnliche Körpergeſtalt ſich am meiſten vom Menſchen, der höchſten Stufe, zu entfernen ſchienen. So unterſchied Linné folgende acht Ordnungen: 1. Cete (Wale); 2. Belluae (Flußpferde und Pferde); 3. Pecora (Wiederkäuer); 4. Glires (Nagethiere und Nashorn); 5. Bestiae (Inſectenfreſſer, Beutelthiere und verſchiedene Andere); 6. Ferae (Raubthiere); 7. Bruta (Zahnarme und Elephanten); 8. Primates (Fledermäuſe, Halbaffen, Affen und Menſchen). Nicht viel über dieſe Claſſification von Linné erhob ſich diejenige von Cuvier, welche für die meiſten folgenden Zoologen maßgebend wurde. Cuvier unterſchied folgende acht Ordnungen: 1. Cetacea (Wale); 2. Ruminantia (Wiederkäuer); 3. Pachyderma (Hufthiere nach Ausſchluß der Wiederkäuer); 4. Edentata (Zahnarme); 5. Rodentia (Nagethiere); 6. Carnassia (Beutelthiere, Raubthiere, Inſectenfreſſer und Flederthiere); 7. Quadrumana (Halbaffen und Affen); 8. Bimana (Menſchen).

Den bedeutendſten Fortſchritt in der Claſſification der Säugethiere that ſchon 1816 der ausgezeichnete, bereits vorher erwähnte Anatom Blainville, welcher zuerſt mit tiefem Blick die drei natürlichen Hauptgruppen oder Unterclaſſen der Säugethiere erkannte und ſie nach der Bildung ihrer Fortpflanzungsorgane als Ornithodelphien, Didelphien und Monodelphien unterſchied. Da dieſe Eintheilung heutzutage mit Recht bei allen wiſſenſchaftlichen Zoologen

wegen ihrer tiefen Begründung durch die Entwickelungsgeſchichte als die beſte gilt, ſo laſſen Sie uns derſelben auch hier folgen.

Die erſte Unterclaſſe bilden die Kloakenthiere oder Zitzenloſen auch Gabler oder Gabelthiere genannt (Monotrema oder Ornithodelphia). Sie ſind heute nur noch durch zwei lebende Säugethierarten vertreten, die beide auf Neuholland und das benachbarte Vandiemensland beſchränkt ſind: das wegen ſeines Vogelſchnabels ſehr bekannte Waſſerſchnabelthier (Ornithorhynchus paradoxus) und das weniger bekannte, igelähnliche Landſchnabelthier (Echidna hystrix). Dieſe beiden ſeltſamen Thiere, welche man in der Ordnung der Schnabelthiere (Ornithostoma) zuſammenfaßt, ſind offenbar die letzten überlebenden Reſte einer vormals formenreichen Thiergruppe, welche in der älteren Secundärzeit allein die Säugethierclaſſe vertrat, und aus der ſich erſt ſpäter, wahrſcheinlich in der Jurazeit, die zweite Unterclaſſe, die Didelphien, entwickelte. Leider ſind uns von dieſer älteſten Stammgruppe der Säugethiere, welche wir als Stammſäuger (Promammalia) bezeichnen wollen, bis jetzt noch keine foſſilen Reſte mit voller Sicherheit bekannt. Doch gehören dazu möglicherweiſe die älteſten bekannten von allen verſteinerten Säugethieren, namentlich der Microlestes antiquus, von dem man bis jetzt allerdings nur einige kleine Backzähne kennt. Dieſe ſind in den oberſten Schichten der Trias, im Keuper, und zwar zuerſt (1847) in Deutſchland (bei Degerloch unweit Stuttgart), ſpäter auch (1858) in England (bei Frome) gefunden worden. Aehnliche Zähne ſind neuerdings auch in der nordamerikaniſchen Trias gefunden und als Dromatherium sylvestre beſchrieben. Dieſe merkwürdigen Zähne, aus deren charakteriſtiſcher Form man auf ein inſectenfreſſendes Säugethier ſchließen kann, ſind die einzigen Reſte von Säugethieren, welche man bis jetzt in den älteren Secundärſchichten, in der Trias, gefunden hat. Vielleicht gehören aber außer dieſen auch noch manche andere, im Jura und in der Kreide gefundene Säugethierzähne, welche jetzt gewöhnlich Beutelthieren zugeſchrieben werden, eigentlich Kloakenthieren an. Bei dem Mangel der charakteriſtiſchen Weichtheile läßt ſich

dies nicht ſicher unterſcheiden. Jedenfalls müſſen dem Auftreten der Beutelthiere zahlreiche, mit entwickeltem Gebiß und mit einer Kloake verſehene Monotremen vorausgegangen ſein.

Die Bezeichnung: „Kloakenthiere" (Monotrema) im weiteren Sinne haben die Ornithodelphien wegen der Kloake erhalten, durch deren Beſitz ſie ſich von allen anderen Säugethieren unterſcheiden und dagegen mit den Vögeln, Reptilien, Amphibien, überhaupt mit den niederen Wirbelthieren übereinſtimmen. Die Kloakenbildung beſteht darin, daß der letzte Abſchnitt des Darmcanals die Mündungen des Urogenitalapparates, d. h. der vereinigten Harn- und Geſchlechtsorgane, aufnimmt, während dieſe bei allen übrigen Säugethieren (Didelphien ſowohl als Monodelphien) getrennt vom Maſtdarm ausmünden. Jedoch iſt auch bei dieſen in der erſten Zeit des Embryolebens die Kloakenbildung vorhanden, und erſt ſpäter (beim Menſchen gegen die zwölfte Woche der Entwickelung) tritt die Trennung der beiden Mündungsöffnungen ein. „Gabelthiere" hat man die Kloakenthiere auch wohl genannt, weil die vorderen Schlüſſelbeine mittelſt des Bruſtbeins mit einander in der Mitte zu einem Knochenſtück verwachſen ſind, ähnlich dem bekannten „Gabelbein" der Vögel. Bei den übrigen Säugethieren bleiben die beiden Schlüſſelbeine vorn völlig getrennt und verwachſen nicht mit dem Bruſtbein. Ebenſo ſind die hinteren Schlüſſelbeine oder Korakoidknochen bei den Gabelthieren viel ſtärker als bei den übrigen Säugethieren entwickelt und verbinden ſich mit dem Bruſtbein.

Auch in vielen anderen Charakteren, namentlich in der Bildung der inneren Geſchlechtsorgane, des Gehörlabyrinthes und des Gehirns, ſchließen ſich die Schnabelthiere näher den übrigen Wirbelthieren als den Säugethieren an, ſo daß man ſie ſelbſt als eine beſondere Claſſe von dieſen hat trennen wollen. Jedoch gebären ſie, gleich allen anderen Säugethieren, lebendige Junge, welche eine Zeit lang von der Mutter mit ihrer Milch ernährt werden. Während aber bei allen übrigen die Milch durch die Saugwarzen oder Zitzen der Milchdrüſe

entleert wird, fehlen dieſe den Schnabelthieren gänzlich, und die Milch tritt einfach aus einer ebenen, ſiebförmig durchlöcherten Hautſtelle hervor. Man kann ſie daher auch als Zitzenloſe (Amasta) bezeichnen.

Die auffallende Schnabelbildung der beiden noch lebenden Schnabelthiere, welche mit Verkümmerung der Zähne verbunden iſt, muß offenbar nicht als weſentliches Merkmal der ganzen Unterclaſſe der Kloakenthiere, ſondern als ein zufälliger Anpaſſungscharakter angeſehen werden, welcher die letzten Reſte der Claſſe von der ausgeſtorbenen Hauptgruppe eben ſo unterſcheidet, wie die Bildung eines ebenfalls zahnloſen Rüſſels manche Zahnarme (z. B. die Ameiſenfreſſer) vor den übrigen Placentalthieren auszeichnet. Die unbekannten ausgeſtorbenen Stammſäugethiere oder Promammalien, die in der Triaszeit lebten, und von denen die beiden heutigen Schnabelthiere nur einen einzelnen, verkümmerten und einſeitig ausgebildeten Aſt darſtellen, beſaßen wahrſcheinlich ein ſehr entwickeltes Gebiß, gleich den Theroſauriern, von denen ſie abſtammen, und gleich den Beutelthieren, die ſich zunächſt aus ihnen entwickelten.

Die Beutelthiere oder Beutler (Didelphia oder Marsupialia), die zweite von den drei Unterclaſſen der Säugethiere, vermittelt in jeder Hinſicht, ſowohl in anatomiſcher und embryologiſcher, als in genealogiſcher und hiſtoriſcher Beziehung, den Uebergang zwiſchen den beiden anderen, den Kloakenthieren und Placentalthieren. Zwar leben von dieſer Gruppe noch jetzt zahlreiche Vertreter, namentlich die allbekannten Känguruhs, Beutelratten und Beutelhunde. Allein im Ganzen geht offenbar auch dieſe Unterclaſſe, gleich den vorhergehenden, ihrem völligen Ausſterben entgegen, und die noch lebenden Glieder derſelben ſind die letzten überlebenden Reſte einer großen und formenreichen Gruppe, welche während der mittleren und jüngeren Secundärzeit vorzugsweiſe die Säugethierclaſſe vertrat. Wahrſcheinlich haben ſich die Beutelthiere um die Mitte der meſolithiſchen Zeit, während der Juraperiode, aus einem Zweige der Kloakenthiere entwickelt. Später, gegen Ende der Kreidezeit, oder im Beginn der

Tertiärzeit, ging wiederum aus den Beutelthieren die Gruppe der Placentalthiere hervor, welcher die erſteren dann bald im Kampfe um's Daſein unterlagen. Alle foſſilen Reſte von Säugethieren, welche wir aus der Secundärzeit kennen, gehören entweder ausſchließlich Beutelthieren oder (zum Theil vielleicht?) Kloakenthieren an. Damals ſcheinen Beutelthiere über die ganze Erde verbreitet geweſen zu ſein. Selbſt in Europa (England, Frankreich) finden wir wohl erhaltene Reſte derſelben. Dagegen ſind die letzten Ausläufer der Unterclaſſe, welche jetzt noch leben, auf ein ſehr enges Verbreitungsgebiet beſchränkt, nämlich auf Neuholland, auf den auſtraliſchen und einen kleinen Theil des aſiatiſchen Archipelagus. Einige wenige Formen leben auch noch in Amerika; hingegen lebt in der Gegenwart kein einziges Beutelthier mehr auf dem Feſtlande von Aſien, Afrika und Europa.

Die Beutelthiere führen ihren Namen von der bei den meiſten wohl entwickelten beutelförmigen Taſche (Marsupium), welche ſich an der Bauchſeite der weiblichen Thiere vorfindet, und in welcher die Mutter ihre Jungen noch eine geraume Zeit lang nach der Geburt umherträgt. Dieſer Beutel wird durch zwei charakteriſtiſche Beutelknochen geſtützt, welche auch den Schnabelthieren zukommen, den Placentalthieren dagegen fehlen. Das junge Beutelthier wird in viel unvollkommneren Geſtalt geboren, als das junge Placentalthier, und erreicht erſt, nachdem es einige Zeit im Beutel ſich entwickelt hat, denjenigen Grad der Ausbildung, welchen das letztere ſchon gleich bei ſeiner Geburt beſitzt. Bei dem Rieſenkänguruh, welches Mannshöhe erreicht, iſt das neugeborene Junge, das kaum einen Monat von der Mutter im Fruchtbehälter getragen wurde, nicht mehr als zollang; daſſelbe erreicht ſeine weſentliche Ausbildung erſt nachher in dem Beutel der Mutter, wo es gegen neun Monate, an der Zitze der Milchdrüſe feſtgeſaugt, hängen bleibt.

Die verſchiedenen Abtheilungen, welche man gewöhnlich als ſogenannte Familien in der Unterclaſſe der Beutelthiere unterſcheidet, verdienen eigentlich den Rang von ſelbſtſtändigen Ordnungen, da ſie ſich in der mannichfaltigen Differenzirung des Gebiſſes und der Glied-

maßen in ähnlicher Weiſe, wenn auch nicht ſo ſcharf, von einander unterſcheiden, wie die verſchiedenen Ordnungen der Placentalthiere. Zum Theil entſprechen ſie den letzteren vollkommen. Offenbar hat die Anpaſſung an ähnliche Lebensverhältniſſe in den beiden Unterclaſſen der Marſupialien und Placentalien entſprechende Umbildungen der urſprünglichen Grundform bewirkt. Man kann demnach ungefähr acht Ordnungen von Beutelthieren unterſcheiden, von denen die eine Hälfte die Hauptgruppe oder Legion der pflanzenfreſſenden, die andere Hälfte die Legion der fleiſchfreſſenden Marſupialien bildet. Von beiden Legionen finden ſich (falls man nicht auch den vorher erwähnten Mikroleſtes und das Dromatherium der Trias hierher ziehen will) die älteſten foſſilen Reſte im Jura vor, und zwar in den Schiefern von Stonesfield, bei Oxford in England. Dieſe Schiefer gehören der Bathformation oder dem unteren Oolith an, derjenigen Schichtengruppe, welche unmittelbar über dem Lias, der älteſten Jurabildung, liegt (vergl. S. 345). Allerdings beſtehen die Beutelthierreſte, welche in den Schiefern von Stonesfield gefunden wurden, und ebenſo diejenigen, welche man ſpäter in den Purbeckſchichten fand, nur aus Unterkiefern (vergl. S. 358). Allein glücklicherweiſe gehört gerade der Unterkiefer zu den am meiſten charakteriſtiſchen Skelettheilen der Beutelthiere. Er zeichnet ſich nämlich durch einen hakenförmigen Fortſatz des nach unten und hinten gekehrten Unterkieferwinkels aus, welcher weder den Placentalthieren, noch den (heute lebenden) Schnabelthieren zukömmt, und wir können aus der Anweſenheit dieſes Fortſatzes an den Unterkiefern von Stonesfield ſchließen, daß ſie Beutelthieren angehört haben.

Von den pflanzenfreſſenden Beutelthieren (Botanophaga) kennt man bis jetzt aus dem Jura nur wenige Verſteinerungen, darunter den Stereognathus oolithicus aus den Schiefern von Stonesfield (unterer Oolith) und den Plagiaulax Becklesii aus den mittleren Purbeckſchichten (oberer Oolith). Dagegen finden ſich in Neuholland verſteinerte Reſte von rieſigen ausgeſtorbenen pflanzenfreſſenden Beutelthieren der Diluvialzeit (Diprotodon und Nototherium), welche weit größer als die größten jetzt noch lebenden Marſupialien waren.

Diprotodon australis, deſſen Schädel allein drei Fuß lang iſt, übertraf das Flußpferd oder den Hippopotamus, dem es im Ganzen an ſchwerfälligem und plumpem Körperbau glich, noch an Größe. Man kann dieſe ausgeſtorbene Gruppe, welche wahrſcheinlich den rieſigen placentalen Hufthieren der Gegenwart, den Flußpferden und Rhinoceros, entſpricht, wohl als Hufbeutler (Barypoda) bezeichnen. Dieſen ſehr nahe ſteht die Ordnung der Känguruhs oder Springbeutler (Macropoda). Sie entſprechen durch die ſehr verkürzten Vorderbeine, die ſehr verlängerten Hinterbeine und den ſehr ſtarken Schwanz, der als Springſtange dient, den Springmäuſen unter den Nagethieren. Durch ihr Gebiß erinnern ſie dagegen an die Pferde, und durch ihre zuſammengeſetzte Magenbildung an die Wiederkäuer. Eine dritte Ordnung von pflanzenfreſſenden Beutelthieren gleicht durch ihr Gebiß den Nagethieren und durch ihre unterirdiſche Lebensweiſe noch beſonders den Wühlmäuſen. Wir können dieſelben daher als Nagebeutler oder wurzelfreſſende Beutelthiere (Rhizophaga) bezeichnen. Sie ſind gegenwärtig nur noch durch das auſtraliſche Wombat (Phascolomys) vertreten. Eine vierte und letzte Ordnung von pflanzenfreſſenden Beutelthieren endlich bilden die Kletterbeutler oder früchtefreſſenden Beutelthiere (Carpophaga), welche in ihrer Lebensweiſe und Geſtalt theils den Eichhörnchen, theils den Affen entſprechen (Phalangista, Phascolarctus).

Die zweite Legion der Marſupialien, die fleiſchfreſſenden Beutelthiere (Zoophaga), zerfallen ebenfalls in vier Hauptgruppen oder Ordnungen. Die älteſte von dieſen iſt die der Urbeutler oder inſectenfreſſenden Beutelthiere (Cantharophaga). Zu dieſer gehören wahrſcheinlich die Stammformen der ganzen Legion, und vielleicht auch der ganzen Unterclaſſe. Wenigſtens gehören alle ſtonesfielder Unterkiefer (mit Ausnahme des erwähnten Stereognathus) inſectenfreſſenden Beutelthieren an, welche in dem jetzt noch lebenden Myrmecobius ihren nächſten Verwandten beſitzen. Doch war bei einem Theile jener oolithiſchen Urbeutler die Zahl der Zähne größer, als bei den meiſten übrigen Säugethieren. Denn jede Unterkieferhälfte

Syſtematiſche Ueberſicht
der Legionen, Ordnungen und Unterordnungen der Säugethiere.

I. Erſte Unterclaſſe der Säugethiere:
Gabler oder Kloakenthiere (Monotrema oder Ornithodelphia).
Säugethiere mit Kloake, ohne Placenta, mit Beutelknochen.

I. Stamm-säuger Promammalia	Unbekannte ausgeſtorbene Säugethiere der Triaszeit		(Microlestes?) (Dromatherium?)
II. Schnabelthiere Ornithostoma	1. Waſſer-Schnabelthiere	1. Ornithorhynchida	1. Ornithorhynchus paradoxus
	2. Land-Schnabelthiere	2. Echidnida	2. Echidna hystrix

II. Zweite Unterclaſſe der Säugethiere:
Beutler oder Beutelthiere (Marsupialia oder Didelphia).
Säugethiere ohne Kloake, ohne Placenta, mit Beutelknochen.

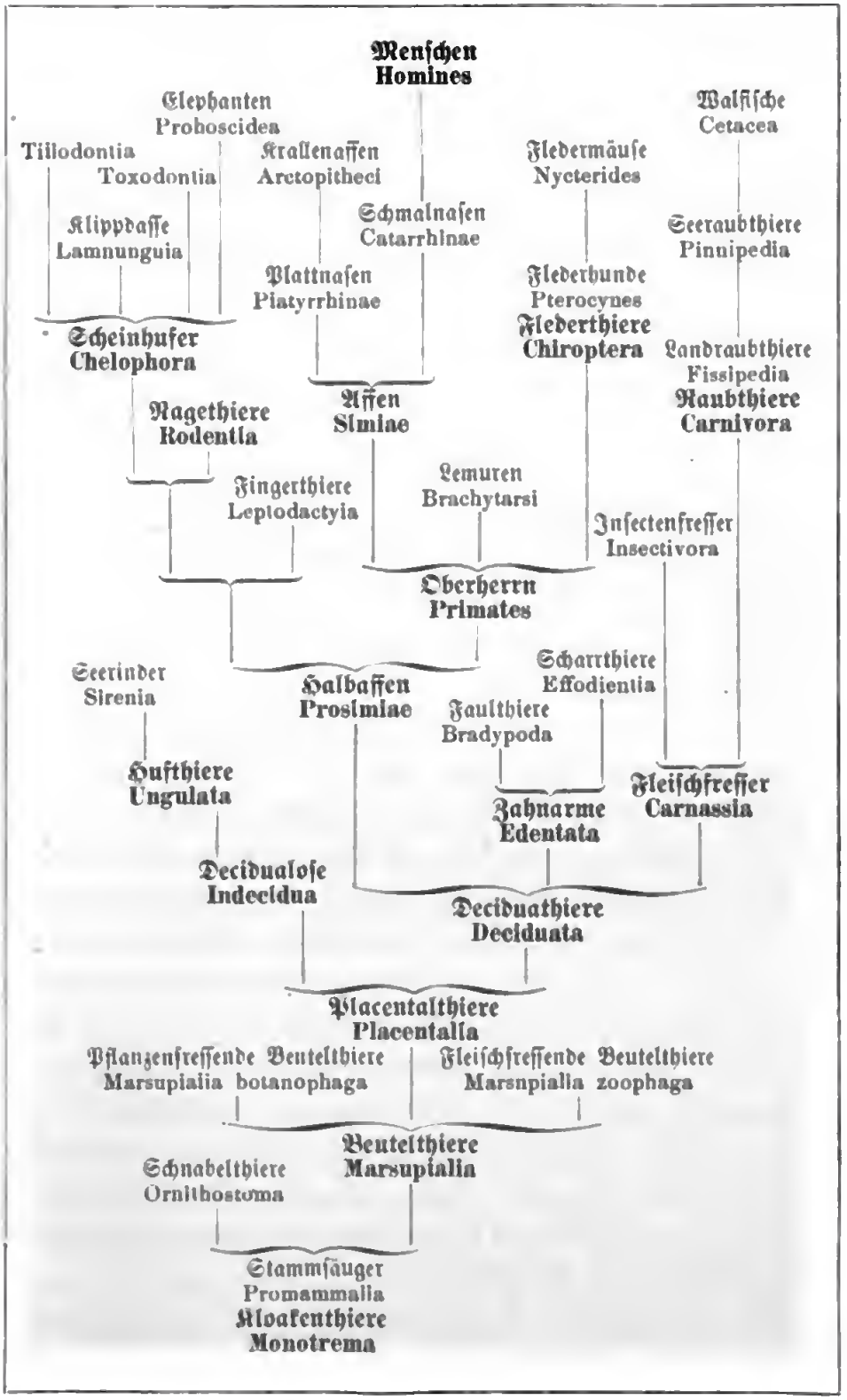
Legionen der Beutelthiere	Ordnungen der Beutelthiere	Syſtematiſcher Name der Ordnungen	Familien der Beutelthiere
III. Pflanzenfreſſende Beutelthiere Botanophaga	1. Huf-Beutelthiere (Hufbeutler)	1. Barypoda	1. Stereognathida 2. Nototherida 3. Diprotodontia
	2. Känguruh-Beutelthiere (Springbeutler)	2. Macropoda	4. Plagiaulacida 5. Halmaturida 6. Dendrolagida
	3. Wurzelfreſſende Beutelthiere (Nagebeutler)	3. Rhizophaga	7. Phascolomyida
	4. Früchtefreſſende Beutelthiere (Kletterbeutler)	4. Carpophaga	8. Phascolarctida 9. Phalangistida 10. Petaurida
IV. Fleiſchfreſſende Beutelthiere Zoophaga	5. Inſectenfreſſende Beutelthiere (Urbeutler)	5. Cantharophaga	11. Thylacotherida 12. Spalacotherida 13. Myrmecobida 14. Peramelida
	6. Zahnarme Beutelthiere (Rüſſelbeutler)	6. Edentula	15. Tarsipedina
	7. Raub-Beutelthiere (Raubbeutler)	7. Creophaga	16. Dasyurida 17. Thylacinida 18. Thylacoleonida
	8. Affenfüßige Beutelthiere (Handbeutler)	8. Pedimana	19. Chironectida 20. Didelphyida

Syſtematiſche Ueberſicht der Placentalthiere.

III. Dritte Unterclaſſe der Säugethiere: Placentalia.

Säugelhiere ohne Kloake, ohne Beutelknochen, mit Placenta.

Legionen der Placentalthiere	Ordnungen der Placentalthiere	Unterordnungen der Placentalthiere		Syſtematiſche Namen
III, 1. Indecidua. Placentalthiere mit Decidua.				
V. Hufthiere Ungulata	I. Unpaarhufer *Perissodactyla*	1.	Stammhufthiere	Protochela
		2.	Tapirpferde	Hippotapiri
	II. Paarhufer *Artiodactyla*	3.	Schweinethiere	Choeromorpha
		4.	Wiederkäuer	Ruminantia
VI. Walthiere Cetomorpha	III. Seerinder *Sirenia*	5.	Vierfüßige Sirenen	Hallitherida
		6.	Zweifüßige Sirenen	Halicorida
	IV. Walthiere *Cetacea*	7.	Zeuglodonten	Zeuglodontia
		8.	Delphine	Delphinaria
		9	Bartenwale	Balaenaria
III, 2. Deciduata. Placentalthiere mit Decidua.				
VII. Zahnarme Edentata	V. Scharrthiere *Effodientia*	10.	Ameiſenfreſſer	Vermilinguia
		11.	Gürtelthiere	Cingulata
	VI. Faulthiere *Bradypoda*	12.	Rieſenfaulthiere	Gravigrada
		13.	Zwergfaulthiere	Tardigarda
VIII. Laubfreſſer Trogontia	VII. Nagethiere *Rodentia*	14.	Eichhornartige	Sciuromorpha
		15.	Mäuſeartige	Myomorpha
		16.	Hufthierartige	Hystrichomorpha
		17.	Haſenartige	Lagomorpha
	VIII. Scheinhufthiere *Chelophora*	18.	Klippdaſſe	Lamnnnguia
		19.	Tillodonten	Tiltodontia
		20.	Toxodonten	Toxodontia
		21.	Elephanten	Proboscidea
IX. Fleiſchfreſſer Carnassia	IX. Raubthiere *Carnivora*	22.	Landraubthiere	Fissipedia
		23.	Seeraubthiere	Pinnipedia
	X. Inſectenfreſſer *Insectivora*	24.	Blinddarmträger	Menotyphla
		25.	Blinddarmloſe	Lipotyphla
X. Affenthiere Primates	XI. Halbaffen *Prosimiae*	26.	Fingerthiere	Leptodactyla
		27.	Flatterthiere	Ptenoplenra
		28.	Langfüßer	Macrotarsi
		29.	Kurzfüßer	Brachytarsi
	XII. Flederthiere *Chiroptera*	30.	Flederhunde	Pterocynes
		31.	Fledermäuſe	Nycterides
	XIII. Affen *Simiae*	32.	Platinaſen	Platyrrhinae
		33.	Krallenaffen	Arctopitheci
		34.	Schmalnaſen	Catarrhinae
		35.	Menſchen	Anthropi


Menſchen
Homines
Elephanten
Proboscidea
Walfiſche
Cetacea
Tillodontia
Toxodontia
Krallenaffen
Arctopitheci
Fledermäuſe
Nycterides
Klippdaſſe
Lamnunguia
Schmalnaſen
Catarrhinae
Seeraubthiere
Pinnipedia
Plattnaſen
Platyrrhinae
Fledermunde
Pterocynes
Scheinhufer
Chelophora
Flederthiere
Chiroptera
Landraubthiere
Fissipedia
Affen
Simiae
Nagethiere
Rodentia
Raubthiere
Carnivora
Lemuren
Brachytarsi
Fingerthiere
Leptodactyia
Inſectenfreſſer
Insectivora
Oberherrn
Primates
Seerinder
Sirenia
Scharrthiere
Effodientia
Halbaffen
Prosimiae
Faulthiere
Bradypoda
Hufthiere
Ungulata
Fleiſchfreſſer
Carnassia
Zahnarme
Edentata
Decidualoſe
Indecidua
Deciduathiere
Deciduata
Placentalthiere
Placentalia
Pflanzenfreſſende Beutelthiere
Marsupialia botanophaga
Fleiſchfreſſende Beutelthiere
Marsupialia zoophaga
Beutelthiere
Marsupialia
Schnabelthiere
Ornithostoma
Stammſäuger
Promammalia
Kloakenthiere
Monotrema

von Thylacotherium enthielt 16 Zähne (3 Schneidezähne, 1 Eckzahn, 6 falſche und 6 wahre Backzähne). Wenn in dem unbekannten Oberkiefer eben ſo viel Zähne ſaßen, ſo hatte Thylacotherium nicht weniger als 64 Zähne, gerade doppelt ſo viel als der Menſch. Die Urbeutler entſprechen im Ganzen den Inſectenfreſſern unter den Placentalthieren, zu denen Igel, Maulwurf und Spitzmaus gehören. Eine zweite Ordnung, die ſich wahrſcheinlich aus einem Zweige der erſteren entwickelt hat, ſind die Rüſſelbeutler oder zahnarmen Beutelthiere (Edentula), welche durch die rüſſelförmig verlängerte Schnauze, das verkümmerte Gebiß und die demſelben entſprechende Lebensweiſe an die Zahnarmen oder Edentaten unter den Placentalien, insbeſondere an die Ameiſenfreſſer, erinnern. Andrerſeits gleichen die Raubbeutler oder Raubbeutelthiere (Creophaga) durch Lebensweiſe und Bildung des Gebiſſes den eigentlichen Raubthieren oder Carnivoren unter den Placentalthieren. Es gehören dahin der Beutelmarder (Dasyurus) und der Beutelwolf (Thylacinus) von Neuholland. Obwohl letzterer die Größe des Wolfes erreicht, iſt er doch ein Zwerg gegen die ausgeſtorbenen Beutellöwen Auſtraliens (Thylacoleo), welche mindeſtens von der Größe des Löwen waren und Reißzähne von mehr als zwei Zoll Länge beſaßen. Die achte und letzte Ordnung endlich bilden die Handbeutler oder die affenfüßigen Beutelthiere (Pedimana), welche in den wärmeren Gegenden von Amerika leben. Sie finden ſich häufig in zoologiſchen Gärten, namentlich verſchiedene Arten der Gattung Didelphys, unter dem Namen der Beutelratten, Buſchratten oder Opoſſum bekannt. An ihren Hinterfüßen kann der Daumen unmittelbar den vier übrigen Zehen entgegengeſetzt werden, wie bei einer Hand, und ſie ſchließen ſich dadurch unmittelbar an die Halbaffen oder Proſimien unter den Placentalthieren an. Es wäre möglich, daß dieſe letzteren wirklich den Handbeutlern nächſtverwandt ſind und aus längſt ausgeſtorbenen Vorfahren derſelben ſich entwickelt haben.

Die Geneologie der Beutelthiere iſt ſehr ſchwierig zu errathen, vorzüglich deshalb, weil wir die ganze Unterclaſſe nur höchſt unvoll-

ständig kennen, und die jetzt lebenden Marsupialien offenbar nur die letzten Reste des früheren Formenreichthums darstellen. Vielleicht haben sich die Handbeutler, Raubbeutler und Rüsselbeutler als drei divergente Aeste aus der gemeinsamen Stammgruppe der Urbeutler entwickelt. In ähnlicher Weise sind vielleicht andererseits die Nagebeutler, Springbeutler und Hufbeutler als drei auseinandergehende Zweige aus der gemeinsamen pflanzenfressenden Stammgruppe, den Kletterbeutlern hervorgegangen. Kletterbeutler aber und Urbeutler könnten zwei divergente Aeste der gemeinsamen Stammformen aller Beutelthiere sein, der Stammbeutler (Prodidelphia), welche während der älteren Secundärzeit aus den Kloakenthieren entstanden.

Die dritte und letzte Unterclasse der Säugethiere bilden die Placentalthiere oder Placentalien (Monodelphia oder Placentalia). Sie ist bei weitem die wichtigste, umfangreichste und vollkommenste von den drei Unterclassen. Denn zu ihr gehören alle bekannten Säugethiere nach Ausschluß der Beutelthiere und Schnabelthiere. Auch der Mensch gehört dieser Unterclasse an und hat sich aus niederen Stufen derselben entwickelt.

Die Placentalthiere unterscheiden sich, wie ihr Name sagt, von den übrigen Säugethieren vor Allem durch den Besitz eines sogenannten Mutterkuchens oder Aderkuchens (Placenta). Das ist ein sehr eigenthümliches und merkwürdiges Organ, welches bei der Ernährung des im Mutterleibe sich entwickelnden Jungen eine höchst wichtige Rolle spielt. Es entwickelt sich aus der embryonalen Allantois, die bei den übrigen Amnioten in Gestalt einer Blase aus dem Darm des Embryo hervorragt. Die Placenta oder der Mutterkuchen (auch Nachgeburt genannt) ist ein weicher, schwammiger, rother Körper von sehr verschiedener Form und Größe, welcher zum größten Theile aus einem unentwirrbaren Geflecht von Adern oder Blutgefäßen besteht. Seine Bedeutung beruht auf dem Stoffaustausch des ernährenden Blutes zwischen dem mütterlichen Fruchtbehälter oder Uterus und dem Leibe des Keimes oder Embryo (s. oben S. 266). Weder bei den Beutelthieren, noch bei den Schnabelthieren ist dieses höchst wich-

tige Organ entwickelt. Von dieſen beiden Unterclaſſen unterſcheiden ſich aber auch außerdem die Placentalthiere noch durch manche andere Eigenthümlichkeiten, ſo namentlich durch den Mangel der Beutelknochen, durch die höhere Ausbildung der inneren Geſchlechtsorgane und durch die vollkommnere Entwickelung des Gehirns, namentlich des ſogenannten Schwielenkörpers oder Balkens (corpus callosum), welcher als mittlere Commiſſur oder Querbrücke die beiden Halbkugeln des großen Gehirns mit einander verbindet. Auch fehlt den Placentalien der eigenthümliche Hakenfortſatz des Unterkiefers, welcher die Beutelthiere auszeichnet. Wie in dieſen anatomiſchen Beziehungen die Beutelthiere zwiſchen den Gabelthieren und Placentalthieren in der Mitte ſtehen, wird Ihnen am beſten durch nachfolgende Zuſammenſtellung der wichtigſten Charaktere der drei Unterclaſſen klar werden.

Drei Unterclaſſen der Säugethiere	Kloakenthiere Monotrema oder Ornithodelphia	Beutelthiere Marsupialia oder Didelphia	Placentalthiere Placentalia oder Monodelphia
1. Kloakenbildung	bleibend	embryonal	embryonal
2. Zitzen oder Milchwarzen	fehlend	vorhanden	vorhanden
3. Vordere Schlüſſelbeine oder Claviculae in der Mitte mit dem Bruſtbein verwachſen	verwachſen	nicht verwachſen	nicht verwachſen
4. Beutelknochen	vorhanden	vorhanden	fehlend
5. Schwielenkörper des Gehirns	nicht entwickelt	nicht entwickelt	ſtark entwickelt
6. Placenta oder Mutterkuchen	fehlend	fehlend	vorhanden

Die Placentalthiere ſind in weit höherem Maaße mannichfaltig differenzirt und vervollkommnet, als die Beutelthiere und man hat daher dieſelben längſt in eine Anzahl von Ordnungen gebracht, die ſich hauptſächlich durch die Bildung des Gebiſſes und der Füße unterſcheiden. Noch wichtiger aber, als dieſe, iſt die verſchiedenartige Ausbildung der Placenta und die Art ihres Zuſammenhanges mit dem mütterlichen Fruchtbehälter (Uterus). In den beiden niederen Legionen

der Placentalthiere nämlich, bei den Hufthieren und Walthieren, entwickelt ſich zwiſchen dem mütterlichen und kindlichen Theil der Placenta nicht jene eigenthümliche ſchwammige Haut, welche man als hinfällige Haut oder Decidua bezeichnet. Dieſe findet ſich ausſchließlich bei den vier höher ſtehenden Legionen der Placentalthiere, und wir können dieſe letzteren daher nach Huxley in der Hauptgruppe der Deciduathiere (Deciduata) vereinigen. Dieſen ſtehen die beiden erſtgenannten Legionen als Decidualoſe (Indecidua) gegenüber.

Die Placenta unterſcheidet ſich bei den verſchiedenen Ordnungen der Placentalthiere aber nicht allein durch die wichtigen inneren Structurverſchiedenheiten, welche mit dem Mangel oder der Abweſenheit einer Decidua verbunden ſind, ſondern auch durch die äußere Form des Mutterkuchens ſelbſt. Bei den Indeciduen (Hufthieren und Walthieren) beſteht derſelbe meiſtens aus zahlreichen einzelnen, zerſtreuten Zotten oder Gefäßknöpfen, und man kann daher dieſe Gruppe auch als Zottenplacentner (Villiplacentalia) bezeichnen. Bei den Deciduaten dagegen ſind die einzelnen Gefäßzotten zu einem zuſammenhängenden Kuchen vereinigt, und dieſer erſcheint in zweierlei verſchiedener Geſtalt. In den einen nämlich umgiebt er den Embryo in Form eines geſchloſſenen Gürtels oder Ringes, ſo daß nur die beiden Pole der länglichrunden Eiblaſe von Zotten frei bleiben. Das iſt der Fall bei den Raubthieren (Carnassia) und den Scheinhufern (Chelophora), die man deshalb als Gürtelplacentner (Zonoplacentalia) zuſammengefaßt hat. In den anderen Deciduathieren dagegen, zu welchen auch der Menſch gehört, bildet die Placenta eine einfache runde Scheibe, und man nennt ſie daher Scheibenplacentner (Discoplacentalia). Dazu gehören die Nagethiere, Inſectenfreſſer, Flederthiere und Affen, von welchen letzteren auch der Menſch im zoologiſchen Syſteme nicht zu trennen iſt. Indeſſen ſcheinen dieſe Unterſchiede in der Form der Placenta nicht ſo wichtig und durchgreifend zu ſein, wie man bis vor Kurzem angenommen hat.

Daß die Placentalthiere erſt aus den Beutelthieren ſich entwickelt

haben, darf auf Grund ihrer vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte als ganz sicher angesehen werden. Wahrscheinlich fand diese höchst wichtige Entwickelung, die erste Entstehung der Placenta schon gegen Ende der Kreide-Periode, vielleicht auch erst im Beginn der Tertiärzeit, während der frühesten Eocaen-Zeit, statt. Dagegen ist es sehr schwierig, die Frage zu beantworten, ob alle Placentalthiere aus einem oder aus mehreren getrennten Zweigen der Beutlergruppe entstanden sind; mit anderen Worten, ob die Entstehung der Placenta einmal oder mehrmal statt hatte. Als ich in meiner generellen Morphologie zum ersten Mal den Stammbaum der Säugethiere zu begründen versuchte, zog ich auch hier, wie meistens, die monophyletische oder einwurzelige Descendenzhypothese der polyphyletischen oder vielwurzeligen vor. Ich nahm an, daß alle Placentier von einer einzigen Placental-Stammform, d. h. von einer Beutelthierform abstammten, die zum ersten Male eine Placenta zu bilden begann. Für diese monophyletische Hypothese spricht namentlich auch die Thatsache, daß das Gebiß der ältesten Placentalthiere, die wir fossil im untersten Eocaen finden, meistens in gleicher Weise aus 44 Zähnen zusammengesetzt ist, nämlich in jeder der vier Kieferhälften 3 Schneidezähne, 1 Eckzahn, 4 Lückenzähne und 3 Backenzähne (Gebiß-Formel: $\frac{3.1.4.3.}{3.1.4.3.}$). Da wir diese nämliche charakteristische Zusammensetzung des Gebisses sowohl bei ältesten Fleischfressern (alt-eocänen Raubthieren), als bei ältesten Pflanzenfressern (alteocänen Hufthieren) antreffen, so ist die Hypothese gestattet, daß dieses Gebiß von der gemeinsamen Stammform aller Placentalthiere auf deren verschiedene Zweige vererbt wurde. Jedoch giebt es andrerseits auch gewichtige Gründe für die andere polyphyletische Annahme, daß nämlich mehrere von Anfang verschiedene Placentalien-Gruppen aus mehreren verschiedenen Beutler-Gruppen entstanden seien, daß also die Placenta selbst sich mehrmals unabhängig von einander gebildet habe. Dies ist unter anderen die Ansicht des ausgezeichneten englischen Zoologen Huxley. In diesem Falle könnte

man zunächſt als zwei ganz getrennte Gruppen die Indeciduen und Deciduaten auffaſſen. Von den Indeciduen wäre möglicherweiſe die Ordnung der Hufthiere, als die Stammgruppe, aus den pflanzenfreſſenden Hufbeutlern oder Baryppoden entſtanden. Unter den Deciduaten dagegen würde vielleicht die Ordnung der Halbaffen, als gemeinſame Stammgruppe der übrigen Ordnungen, aus den Handbeutlern oder Pedimanen entſtanden ſein. Es wäre aber auch denkbar, daß die Deciduaten ſelbſt wieder aus mehreren verſchiedenen Beutler-Ordnungen entſtanden ſeien, die Raubthiere z. B. aus den Raubbeutlern, die Nagethiere aus den Nagebeutlern, die Halbaffen aus den Handbeutlern u. ſ. w. Da wir zur Zeit noch kein genügendes Erfahrungsmaterial beſitzen, um dieſe äußerſt ſchwierige Frage zu löſen, ſo laſſen wir dieſelbe auf ſich beruhen, und wenden uns zur Geſchichte der verſchiedenen Placentalien-Ordnungen, deren Stammbaum ſich oft in großer Vollſtändigkeit feſtſtellen läßt.

Die wichtigſte und umfangreichſte Gruppe unter den Decidualoſen oder Zottenplacentnern bildet die Legion der Hufthiere (Ungulata). Sie gehören in vieler Beziehung zu den intereſſanteſten Säugethieren und zeigen deutlich, wie uns das wahre Verſtändniß der natürlichen Verwandtſchaft der Thiere niemals allein durch das Studium der noch lebenden Formen, ſondern ſtets nur durch gleichmäßige Berückſichtigung ihrer ausgeſtorbenen und verſteinerten Stammverwandten erſchloſſen werden kann. Wenn man in herkömmlicher Weiſe allein die lebenden Hufthiere berückſichtigt, ſo erſcheint es ganz naturgemäß dieſelben in drei gänzlich verſchiedene Ordnungen einzutheilen, nämlich 1. die Pferde oder Einhufer (Solidungula oder Equina); 2. die Wiederkäuer oder Zweihufer (Bisulca oder Ruminantia); und 3. die Dickhäuter oder Vielhufer (Multungula oder Pachyderma). Sobald man aber die ausgeſtorbenen Hufthiere der Tertiärzeit mit in Betracht zieht, von denen wir ſehr zahlreiche und wichtige Reſte beſitzen, ſo zeigt ſich bald, daß jene Eintheilung, namentlich aber die Begrenzung der Dickhäuter, eine ganz künſtliche iſt. Denn jene drei Gruppen ſind nur abgeſchnittene Aeſte des Hufthierſtammbaums,

welche durch ausgestorbene Zwischenformen auf das engste zusammenhängen. Die eine Hälfte der Dickhäuter, Nashorn, Tapir und Paläotherien zeigen sich auf das nächste mit den Pferden verwandt, und besitzen gleich diesen unpaarzehige Füße. Die andere Hälfte der Dickhäuter dagegen, Schweine, Flußpferde und Anoplotherien, sind durch ihre paarzehigen Füße viel enger mit den Wiederkäuern, als mit jenen ersteren verbunden. Wir müssen daher zunächst als zwei natürliche Hauptgruppen unter den Hufthieren die beiden Ordnungen der Paarhufer und der Unpaarhufer unterscheiden, welche sich als zwei divergente Aeste aus der alttertiären Stammgruppe der Stammhufer oder Protungulaten entwickelt haben.

Die Ordnung der Unpaarhufer (Perissodactyla) umfaßt diejenigen Ungulaten, bei denen die mittlere (oder dritte) Zehe des Fußes stärker als die übrigen entwickelt ist, so daß sie die eigentliche Mitte des Hufes bildet. Man kann die Perissodactylen in zwei Unterordnungen theilen, in die Urhufthiere (Protochela) und die Tapirpferde (Hippotapiri). Zu den ersteren gehört zunächst die uralte gemeinsame Stammgruppe aller Hufthiere, die Stammhufer (Protungulata), welche schon in den ältesten eocaenen Schichten versteinert vorkommen (Coryphodon, Lophiodon). An diese schließt sich die Gruppe der Nashornthiere (Nasicornia) an. Außer den lebenden Rhinoceros gehören dahin die merkwürdigen ausgestorbenen Familien der Dinocerata, Brontotherida und Elasmotherida. Die zweite Unterordnung der Perissodactylen, die Tapirpferde (Hippotapiri) umfaßt wieder zwei nahe verwandte Gruppen, die Tapirartigen und Pferdeartigen. Als gemeinsame Stammgruppe derselben kann man die eocaenen Palaeotherien betrachten. Aus dieser haben sich einerseits die Tapire, anderseits die Pferde entwickelt. Von besonderem Interesse für die Stammesgeschichte ist der Stammbaum der Pferde, weil man diesen in seltener Vollständigkeit durch zahlreiche fossile Beweisstücke Schritt für Schritt belegen kann, wie nachstehende Tabelle zeigt (S. 576). Zwischen dem ältesten eocaenen fünfzehigen Coryphodon und dem heutigen einzehigen Pferde sind alle

fossilen Zwischenstufen versteinert in Amerika gefunden worden. Dies ist um so interessanter, als bekanntlich zur Zeit der Entdeckung von Amerika das Pferd in dieser seiner Urheimath ausgestorben war.

Die zweite Hauptgruppe der Hufthiere, die Ordnung der Paarhufer (Artiodactyla) enthält diejenigen Hufthiere, bei denen die mittlere (dritte) und die vierte Zehe des Fußes nahezu gleich stark entwickelt sind, so daß die Theilungsebene zwischen Beiden die Mitte des ganzen Fußes bildet. Sie zerfällt in die beiden Unterordnungen der Schweineförmigen und der Wiederkäuer. Zu den Schweineförmigen (Choeromorpha) gehört zunächst der andere Zweig der Stammhufer, die Anoplotherien, welche wir als die gemeinsame Stammform aller Paarhufer oder Artiodactylen betrachten (Dichobune etc.). Aus den Anoplotherien entsprangen als zwei divergente Zweige einerseits die Urschweine oder Anthrakotherien, welche zu den Schweinen und Flußpferden, andrerseits die Urwiederkäuer (Proruminantia), welche zu den Wiederkäuern hinüberführten (Oreodontien und Xiphodontien). An diese ältesten Wiederkäuer (Ruminantia) schließen sich zunächst die Urhirsche oder Dremotherien an, denen unter den lebenden die Traguliden am nächsten stehen, und aus denen vielleicht als zwei divergente Zweige die Hirschförmigen (Elaphia) und die Hohlhörnigen (Cavicornia) sich entwickelt haben.

Einen sehr eigenthümlichen, schon von der Wurzel des Wiederkäuer-Stammes abgezweigten Seitenast bilden die Kamelthiere (Tylopoda), deren Stammbaum von den Poëbrotherien aufwärts sich Schritt für Schritt verfolgen läßt, wie bei den Pferden. Wie sich die zahlreichen Familien der Hufthiere dieser genealogischen Hypothese entsprechend gruppiren, zeigt Ihnen die nachstehende systematische Uebersicht.

Aus Hufthieren, welche sich an das ausschließliche Leben im Wasser gewöhnten, und dadurch fischähnlich umbildeten, ist wahrscheinlich die merkwürdige Legion der Walthiere (Cetomorpha) entsprungen. Obwohl diese Thiere äußerlich manchen echten Fischen sehr ähnlich erscheinen, sind sie dennoch wirkliche Säugethiere.

Stammbaumlinie der Pferde.

[N.B. Dieſe Tabelle zeigt, wie der einzehige Fuß der heutigen Pferde durch Rückbildung aus dem dreizehigen Fuß der miocenen Mittelpferde, und dieſer aus dem fünfzehigen Fuß der älteſten eocenen Periſſodactylen hervorgegangen iſt. Alle Zwiſchenſtufen ſind verſteinert in Nordamerika gefunden.]

Pferde-Gattung	Tertiärſchicht	Vorderbein	Hinterbein
Lebendes Pferd *Equus*	**Gegenwart und Quartärzeit**	1 Zehe	1 Zehe
Ober-Pliocenes Pferd *Pliohippus*	**Ober-Pliocen**	1 Hauptzehe und 2 Nebenzehen	1 Zehe
Unter-Pliocenes Pferd *Protohippus* (Hipparion)	**Unter-Pliocen**	1 Hauptzehe und 2 Nebenzehen	1 Hauptzehe und 2 Nebenzehen
Ober-Miocenes Pferd *Miohippus* (Anchitherium)	**Ober-Miocen**	3 Zehen, mittlerer größer	3 Zehen, mittlerer größer
Unter-Miocenes Pferd *Mesohippus*	**Unter-Miocen**	3 Zehen	3 Zehen
Ober-Eocenes Pferd *Orohippus*	**Ober-Eocen**	4 Zehen	3 Zehen
Urpferd (Stammform der Pferde) *Eohippus*	**Mittel-Eocen**	4 Zehen und 1 rudiment.	3 Zehen
Stammform der Pferdelinie *Hippodon*	**Unter-Eocen**	5 Zehen, mittlerer größer	4 Zehen
Stammform aller Hufthiere *Coryphodon*	**Unterſtes Eocen** (und Kreide?)	5 Zehen faſt von gleicher Größe	5 Zehen faſt von gleicher Größe

Die Walthiere ſtehen durch ihren geſammten inneren Bau, ſofern derſelbe nicht durch Anpaſſung an das Waſſerleben bedeutend verändert iſt, den Hufthieren von allen übrigen bekannten Säugethieren am nächſten, und theilen namentlich mit ihnen den Mangel der Decidua und der zottenförmigen Placenta. Noch heute bildet das Flußpferd (Hippopotamus) eine Art von Uebergangsform zu den Seerindern (Sirenia). Sicher darf man demnach annehmen, daß wenigſtens die Ordnung der Seerinder (Sirenia) oder die pflanzenfreſſenden Walthiere unmittelbar aus einem Zweige der Hufthiere hervorgegangen ſind. Dagegen iſt die Ordnung der fleiſchfreſſenden Walthiere, die Cetacea, wahrſcheinlich anderen Urſprungs. Sie ſcheinen von demſelben Zweige der Placentalien abzuſtammen, der auch den Raubthieren den Urſprung gegeben hat. Wenigſtens ſcheinen eine vermittelnde Uebergangsform zwiſchen Beiden die ausgeſtorbenen rieſigen Zeuglodonten (Zeugloceta) zu bilden, deren foſſile Skelete vor einiger Zeit als angebliche „Seeſchlangen" (Hydrarchus) großes Aufſehen erregten. Aus dieſen Zeuglodonten, die ſich an die Seeraubthiere (Pinnipedia) eng anſchließen, ſind vielleicht zunächſt die Delphine (Delphinaria) und aus dieſen ſpäter die coloſſalen Bartenwale (Balaenaria), die größten Thiere der Gegenwart, hervorgegangen.

Eine ſehr iſolirt ſtehende Säugethier-Gruppe bildet die ſeltſame Legion der Zahnarmen (Edentata). Sie iſt aus den beiden, wahrſcheinlich nicht nahe verwandten Ordnungen der Scharrthiere und der Faulthiere zuſammengeſetzt. Die Ordnung der Scharrthiere (Effodienta) beſteht aus den beiden Unterordnungen der Ameiſenfreſſer (Vermilinguia), zu denen auch die Schuppenthiere gehören, und der Gürtelthiere (Cingulata), die früher durch die rieſigen Glyptodonten vertreten waren. Die Ordnung der Faulthiere (Bradypoda) beſteht aus den beiden Unterordnungen der kleinen jetzt noch lebenden Zwergfaulthiere (Tardigrada) und der ausgeſtorbenen ſchwerfälligen Rieſenfaulthiere (Gravigrada). Die ungeheuren verſteinerten Reſte dieſer coloſſalen Pflanzenfreſſer deuten darauf hin,

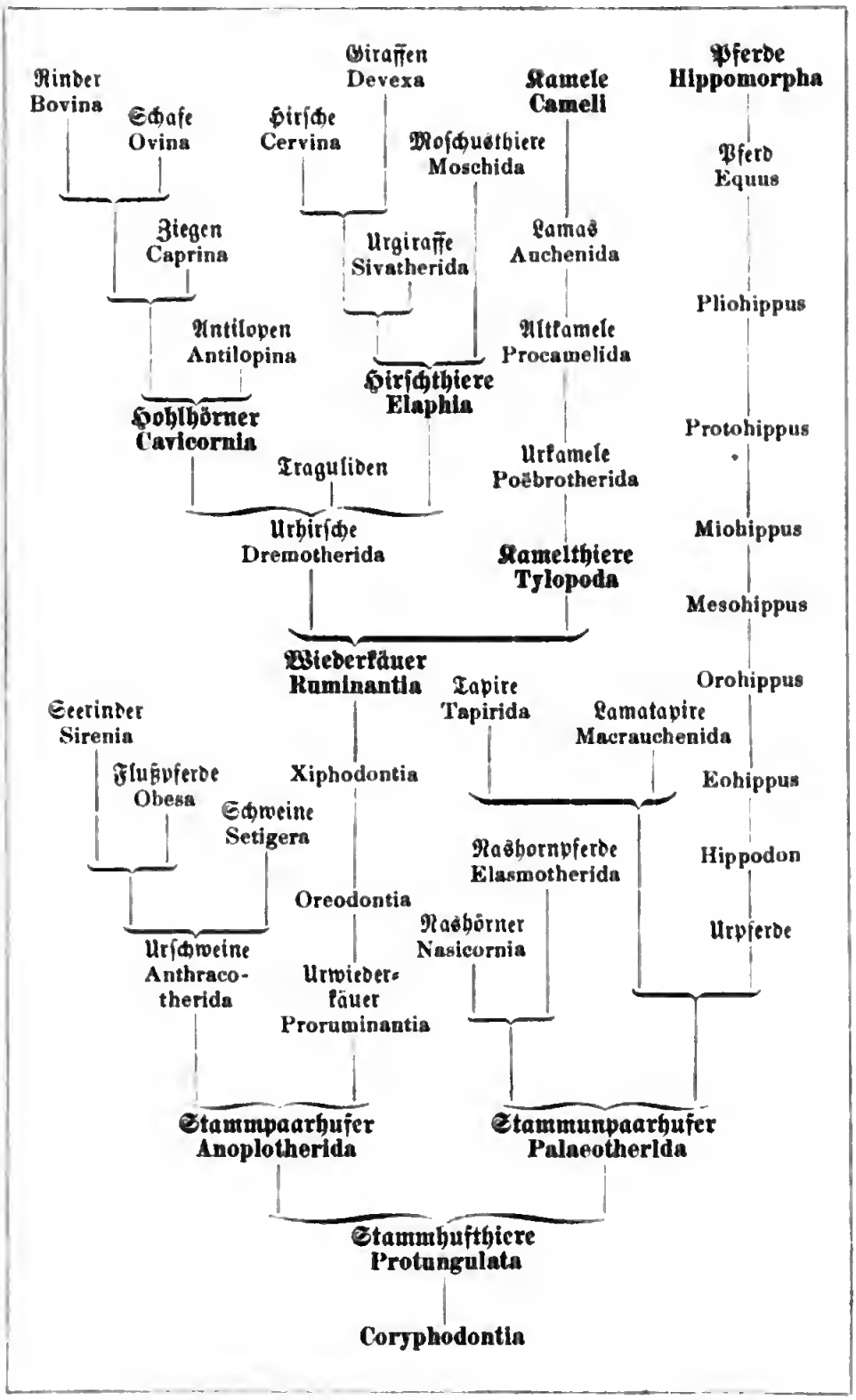
TAYLOR INST. OXFORD

Syſtematiſche Ueberſicht

der Ordnungen und Familien der Hufthiere.

(N.B. Die ausgeſtorbenen Familien ſind durch ein † bezeichnet.)

Ordnung	Unterordnungen der Hufthiere	Sectionen der Hufthiere	Familien der Hufthiere	Syſtematiſcher Name der Familien
Unpaarzehige Perissodactyla	I. Urhufthiere Protochela	I. Stammhufthiere *Protungulata*	1. Urunpaarhufer	† Coryphodontia
			2. Lophiodonten	† Lophiodontia
		II. Nashornthiere *Nasicornia*	3. Brontotherien	† Brontotherida
			4. Zahnhörner	† Dinocerata
			5. Nashörner	Rhinocerata
			6. Nashornpferde	† Elasmotherida
	II. Tapirpferde Hippotapiri	III. Tapirthiere *Tapiromorpha*	7. Paläotherien	† Palaeotherida
			8. Tapire	Tapirida
			9. Lamatapire	† Macrauchenida
		IV. Pferdethiere *Hippomorpha*	10. Urpferde	† Hippodontia
			11. Mittelpferde	† Anchitherida
			12. Pferde	Equina
Paarzehige Hufthiere. Artiodactyla	III. Schweinförmige Choeromorpha (oder Hügelzähnige, Bunodontia)	V. Schweinthiere *Setigera*	13. Urpaarhufer	† Anoplotherida
			14. Urſchweine	† Anthracotherida
			15. Schweine	Suittida
		VI. Plumpthiere *Obesa*	16. Schweinpferde	† Choeropotamida
			17. Flußpferde	Hippopotamida
	IV. Wiederkäuer Ruminantia (oder Mondzähnige, Selenodontia)	VII. Urwiederkäuer *Proruminantia*	18. Oreodontien	† Oreodontia
			19. Xiphodontien	† Xiphodontia
			20. Dremotherien	† Dremotherida
			21. Moſchushirſche	Tragulida
		VIII. Hirſchthiere *Elaphia*	22. Moſchusthiere	Moschida
			23. Hirſche	Cervina
			24. Urgiraffen	† Sivatherida
			25. Giraffen	Devexa
		IX. Hohlhörner *Cavicornia*	26. Urgazellen	† Antilocaprina
			27. Gazellen	Antilopina
			28. Ziegen	Caprina
			29. Schafe	Ovina
			30. Rinder	Bovina
		X. Kamelthiere *Tylopoda*	31. Urkamele	† Poëbrotherida
			32. Altkamele	† Procamelida
			33. Lamas	Auchenida
			34. Kamele	Camelida


Rinder
Bovina
Schafe
Ovina
Giraffen
Devexa
Hirſche
Cervina
Moſchusthiere
Moschida
Kamele
Cameli
Pferde
Hippomorpha
Pferd
Equus
Ziegen
Caprina
Urgiraffe
Sivatherida
Lamas
Auchenida
Pliohippus
Antilopen
Antilopina
Altkamele
Procamelida
Hirſchthiere
Elaphia
Hohlhörner
Cavicornia
Protohippus
Traguliden
Urkamele
Poëbrotherida
Urhirſche
Dremotherida
Kamelthiere
Tylopoda
Miohippus
Mesohippus
Wiederkäuer
Ruminantia
Tapire
Tapirida
Orohippus
Seerinder
Sirenia
Lamatapire
Macrauchenida
Flußpferde
Obesa
Xiphodontia
Eohippus
Schweine
Setigera
Nashornpferde
Elasmotherida
Hippodon
Oreodontia
Nashörner
Nasicornia
Urpferde
Urſchweine
Anthraco-
therida
Urwieder-
käuer
Proruminantia
Stammpaarhufer
Anoplotherida
Stammunpaarhufer
Palaeotherida
Stammhufthiere
Protungulata
Coryphodontia

daß die ganze Legion im Aussterben begriffen ist. Die nahen Beziehungen der noch heute lebenden Edentaten Südamerikas zu den ausgestorbenen Riesenformen in demselben Erdtheil, machten auf Darwin bei seinem ersten Besuche Südamerikas einen solchen Eindruck, daß sie schon damals den Grundgedanken der Descendenztheorie in ihm anregten (s. oben S. 119). Uebrigens ist die Genealogie gerade dieser Legion sehr schwierig. Die Faulthiere sind nach neueren Untersuchungen Discoplacentalien, und den Halbaffen nächst verwandt. Die Scharrthiere hingegen sind vielleicht ganz anderen Ursprungs und hängen möglicherweise mit Insectenfressern oder Nagethieren zusammen.

Von besonderem Interesse für die Phylogenie der Placentalthiere ist die kleine Ordnung der Halbaffen oder Lemuren (Prosimiae). Diese sonderbaren Thiere sind wahrscheinlich wenig veränderte Nachkommen von einer uralten Placentalien-Gruppe, die wir als die gemeinsame Stammgruppe vieler (wenn nicht aller!) Placentalthiere betrachten können. Sie wurden bisher mit den Affen in einer und derselben Ordnung vereinigt, die man nach Blumenbach als Vierhänder (Quadrumana) bezeichnete. Indessen habe ich sie schon in der „Generellen Morphologie" (1866) gänzlich von diesen abgetrennt; nicht allein deshalb, weil sie von allen Affen viel mehr abweichen, als die verschiedensten Affen von einander, sondern auch, weil sie die interessantesten Uebergangsformen zu den übrigen Ordnungen der Deciduaten enthalten. Ich schließe daraus, daß die wenigen jetzt noch lebenden Halbaffen, welche überdies unter sich sehr verschieden sind, die letzten überlebenden Reste von einer fast ausgestorbenen, einstmals formenreichen Stammgruppe darstellen, aus welcher sich ein großer Theil der übrigen Deciduaten als divergente Zweige entwickelt haben. Die alte Stammgruppe der Halbaffen selbst hat sich vielleicht aus den Handbeutlern oder affenfüßigen Beutelthieren (Pedimana) entwickelt, welche in der Umbildung ihrer Hinterfüße zu einer Greifhand ihnen auffallend gleichen. Die uralten (wahrscheinlich in der Eocaen-Periode entstandenen) Stammformen selbst sind natürlich

längſt ausgeſtorben, ebenſo die allermeiſten Uebergangsformen zwiſchen denſelben und den übrigen Deciduaten-Ordnungen. Aber einzelne Reſte der letzteren haben ſich in den noch heute lebenden Halbaffen erhalten. Unter dieſen bildet das merkwürdige Fingerthier von Madagaskar (Chiromys madagascariensis) den Reſt der Leptodactylen-Gruppe und den Uebergang zu den Nagethieren. Der ſeltſame Pelzflatterer der Südſee-Inſeln und Sunda-Inſeln (Galeopithecus), das einzige Ueberbleibſel der Ptenopleuren-Gruppe, iſt eine vollkommene Zwiſchenſtufe zwiſchen den Halbaffen und Flederthieren. Die Langfüßer (Tarsius, Otolicnus) bilden den letzten Reſt eines Stammzweiges (Macrotarsi), der zu den Inſectenfreſſern hinüberführt. Die Kurzfüßer endlich (Brachytarsi) vermitteln den Anſchluß an die echten Affen. Zu den Kurzfüßern gehören die langſchwänzigen Maki (Lemur), und die kurzſchwänzigen Indri (Lichanotus) und Lori (Stenops), von denen namentlich die letzteren ſich den vermuthlichen Vorfahren des Menſchen unter den Halbaffen ſehr nahe anzuſchließen ſcheinen. Sowohl die Kurzfüßer als die Langfüßer leben weit zerſtreut auf den Inſeln des ſüdlichen Aſiens und Afrikas, namentlich auf Madagaskar, einige auch auf dem afrikaniſchen Feſtlande. Kein Halbaffe iſt bisher lebend oder foſſil in Amerika gefunden. Alle führen eine einſame, nächtliche Lebensweiſe und klettern auf Bäumen umher (vergl. S. 321).

Die umfangreichſte unter allen Placentalien-Gruppen iſt diejenige der Laubfreſſer oder Schneidezähnigen (Trogontia), unter welchem Namen wir hier die Nagethiere (Rodentia) und Scheinhufthiere (Chelophora) vereinigen. Auf einer ſehr niedrigen Stufe der Ausbildung iſt die formenreiche Ordnung der Nagethiere (Rodentia) ſtehen geblieben. Unter dieſen ſtehen die Eichhornartigen (Sciuromorpha) den Fingerthieren am nächſten. Aus dieſer Stammgruppe haben ſich wahrſcheinlich als zwei divergente Zweige die Mäuſeartigen (Myomorpha) und die Stachelſchweinartigen (Hystrichomorpha) entwickelt, von denen jene durch eocaene Myoxiden, dieſe durch eocaene Pſammoryctiden unmittelbar mit den Eichhorn-

artigen zuſammenhängen. Die vierte Unterordnung, die Haſenartigen (Lagomorpha), haben ſich wohl erſt ſpäter aus einer von jenen drei Unterordnungen entwickelt.

An die Nagethiere ſchließt ſich ſehr eng die merkwürdige Ordnung der Scheinhufer (Cholophora) an. Von dieſen leben heutzutage nur noch zwei, in Aſien und Afrika einheimiſche Gattungen, nämlich die Elephanten (Elephas) und die Klippdaſſe (Hyrax). Beide wurden bisher gewöhnlich zu den echten Hufthieren oder Ungulaten geſtellt, mit denen ſie in der Hufbildung der Füße übereinſtimmen. Allein eine gleiche Umbildung der urſprünglichen Nägel oder Krallen zu Hufen findet ſich auch bei echten Nagethieren, und gerade unter dieſen Hufnagethieren (Subungulata), welche ausſchließlich Südamerika bewohnen, finden ſich neben kleineren Thieren (z. B. Meerſchweinchen und Goldhaſen) auch die größten aller Nagethiere, die gegen vier Fuß langen Waſſerſchweine (Hydrochoerus capybara). Die Klippdaſſe, welche auch äußerlich den Nagethieren, namentlich den Hufnagern ſehr ähnlich ſind, wurden bereits früher von einigen berühmten Zoologen als eine beſondere Unterordnung (Lamnunguia) wirklich zu den Nagethieren geſtellt. Dagegen betrachtete man die Elephanten, falls man ſie nicht zu den Hufthieren rechnete, gewöhnlich als Vertreter einer beſonderen Ordnung, welche man Rüſſelthiere (Proboscidea) nannte. Nun ſtimmen aber die Elephanten und Klippdaſſe merkwürdig in der Bildung ihrer Placenta überein, und entfernen ſich dadurch jedenfalls gänzlich von den Hufthieren. Dieſe letzteren beſitzen niemals eine Decidua, während Elephant und Hyrax echte Deciduaten ſind. Allerdings iſt die Placenta derſelben nicht ſcheibenförmig, ſondern gürtelförmig, wie bei den Raubthieren. Allein es iſt leicht möglich, daß ſich die gürtelförmige Placenta erſt ſecundär aus der ſcheibenförmigen entwickelt hat. In dieſem Falle könnte man daran denken, daß die Scheinhufer aus einem Zweige der Nagethiere, und ähnlich vielleicht die Raubthiere aus einem Zweige der Inſectenfreſſer ſich entwickelt haben. Jedenfalls ſtehen die Elephanten und die Klippdaſſe auch in anderen Beziehungen, nament-

lich in der Bildung wichtiger Skelettheile, der Gliedmaßen u. ſ. w., den Nagethieren und namentlich den Hufnagern, näher als den echten Hufthieren. Dazu kommt noch, daß mehrere ausgeſtorbene Formen in mancher Beziehung zwiſchen Elephanten und Nagethieren in der Mitte ſtehen. Daß die noch jetzt lebenden Elephanten und Klippdaſſe nur die letzten Ausläufer von einer einſtmals formenreichen Gruppe von Scheinhufern ſind, wird nicht allein durch die ſehr zahlreichen verſteinerten Arten von Elephant und Maſtodon bewieſen (unter denen manche noch größer, manche aber auch viel kleiner, als die jetzt lebenden Elephanten ſind), ſondern auch durch die merkwürdigen miocaenen Dinotherien (Gonyognatha), zwiſchen denen und den nächſtverwandten Elephanten noch eine lange Reihe von unbekannten verbindenden Zwiſchenformen liegen muß. Auch die merkwürdigen ausgeſtorbenen Tillodontien (Tillotheriae) und Toxodontien (Toxodon) haben wahrſcheinlich zu derſelben Ordnung der Chelophoren gehört. Alles zuſammengenommen iſt heutzutage die wahrſcheinlichſte von allen Hypotheſen, die man ſich über die Entſtehung und die Verwandtſchaft dieſer Chelophoren bilden kann, daß dieſelben die letzten Ueberbleibſel einer formenreichen Gruppe ſind, die ſich aus den Nagethieren, und zwar wahrſcheinlich aus Verwandten der Subungulaten, entwickelt hatte.

In ähnlicher Weiſe, wie die beiden pflanzenfreſſenden Ordnungen der Trogontien, die Rodentien und Chelophoren, verhalten ſich zueinander die beiden fleiſchfreſſenden Ordnungen der Inſectenfreſſer und Raubthiere, die wir in der Legion der Fleiſchfreſſer (Carnassia) vereinigen. Die Ordnung der Inſectenfreſſer (Insectivora) iſt eine ſehr alte Gruppe, welche der gemeinſamen ausgeſtorbenen Stammform der Deciduaten, und alſo auch den heutigen Halbaffen, nächſtverwandt erſcheint. Sie hat ſich wahrſcheinlich aus Halbaffen entwickelt, welche den heute noch lebenden Langfüßern (Macrotarsi) nahe ſtanden. Sie ſpaltet ſich in zwei Ordnungen, Menotyphla und Lipotyphla. Von dieſen ſind die älteren wahrſcheinlich die Menotyphlen, welche ſich durch den Beſitz eines Blinddarms oder Typhlon

von den Lipotyphlen unterſcheiden. Zu den Menotyphlen gehören die kletternden Tupajas der Sunda-Inſeln und die ſpringenden Macroſcelides Afrikas. Die Lipotyphlen ſind bei uns durch die Spitzmäuſe, Maulwürfe und Igel vertreten. Durch Gebiß und Lebensweiſe ſchließen ſich die Inſectenfreſſer mehr den Raubthieren, durch die ſcheibenförmige Placenta und die großen Samenblaſen dagegen mehr den Nagethieren an.

Ebenfalls ſchon im Beginn der Eocaen-Zeit erſcheint neben den Inſectenfreſſern die nahe verwandte Ordnung der Raubthiere (Carnivora). Das iſt eine ſehr formenreiche, aber doch ſehr einheitlich organiſirte und natürliche Gruppe. Die Raubthiere werden wohl auch Gürtelplacentner (Zonoplacentalia) im engeren Sinne genannt, obwohl eigentlich gleicherweiſe die Scheinhufer oder Chelophoren dieſe Bezeichnung verdienen. Sie zerfallen in zwei, äußerlich ſehr verſchiedene, aber innerlich nächſtverwandte Unterordnungen, die Landraubthiere und die Seeraubthiere. Zu den Landraubthieren (Ferae oder Fissipedia) gehören die Bären, Hunde, Katzen u. ſ. w., deren Stammbaum ſich mit Hülfe vieler ausgeſtorbener Zwiſchenformen annähernd errathen läßt. Zu den Seeraubthieren oder Robben (Pinnipedia) gehören die Seebären, Seelöwen, Seehunde, und als eigenthümlich angepaßte Seitenlinie die Walroſſe oder Walrobben. Obwohl die Seeraubthiere äußerlich den Landraubthieren ſehr unähnlich erſcheinen, ſind ſie denſelben dennoch durch ihren inneren Bau, ihr Gebiß und ihre eigenthümliche, gürtelförmige Placenta nächſt verwandt und offenbar aus einem Zweige derſelben, vermuthlich den Marderartigen (Mustelina) hervorgegangen. Noch heute bilden unter den letzteren die Fiſchottern (Lutra) und noch mehr die Seeottern (Enhydris) eine unmittelbare Uebergangsform zu den Robben, und zeigen uns deutlich, wie der Körper der Landraubthiere durch Anpaſſung an das Leben im Waſſer robbenähnlich umgebildet wird, und wie aus den Gangbeinen der erſteren die Ruderfloſſen der Seeraubthiere entſtanden ſind. Die letzteren verhalten ſich demnach zu den erſteren ganz ähnlich wie unter den In-

deciduen die Sirenien zu den Hufthieren. In gleicher Weise wie das Flußpferd noch heute zwischen den extremen Zweigen der Rinder und der Seerinder in der Mitte steht, bildet die Seecotter noch heute eine übriggebliebene Zwischenstufe zwischen den weit entfernten Zweigen der Hunde und der Seehunde. Hier wie dort hat die gänzliche Umgestaltung der äußeren Körperform, welche durch Anpassung an ganz verschiedene Lebensbedingungen bewirkt wurde, die tiefe Grundlage der erblichen inneren Eigenthümlichkeiten nicht zu verwischen vermocht.

An der Spitze aller Säugethiere, und somit der Wirbelthiere überhaupt, steht die höchst entwickelte Legion der Affenthiere oder der „Oberherrn" des Thierreichs, Primates. Unter diesem Namen vereinigte schon Linné vor mehr als einem Jahrhundert die vier Ordnungen der Halbaffen, Fledermäuse, Affen und Menschen („Vespertilio, Lemur, Simia, Homo"). An die Halbaffen (Lemures oder Prosimiae), die wir schon besprochen haben, schließt sich unmittelbar die merkwürdige Ordnung der fliegenden Säugethiere oder Flederthiere an (Chiroptera). Sie hat sich durch Anpassung an fliegende Lebensweise in ähnlicher Weise auffallend umgebildet, wie die Seeraubthiere durch Anpassung an schwimmende Lebensweise. Wahrscheinlich hat auch diese Ordnung ihre Wurzel in den Halbaffen, mit denen sie noch heute durch die Pelzflatterer (Galeopithecus) eng verbunden ist. Von den beiden Unterordnungen der Flederthiere haben sich vermuthlich die insectenfressenden oder Fledermäuse (Nycterides) erst später aus den früchtefressenden oder Flederhunden (Pterocynes) entwickelt; denn die letzteren stehen in mancher Beziehung den Halbaffen noch näher als die ersteren.

Als letzte Säugethierordnung hätten wir nun endlich noch die echten Affen (Simiae) zu besprechen. Da aber im zoologischen Systeme zu dieser Ordnung auch das Menschengeschlecht gehört, und da dasselbe sich aus einem Zweige dieser Ordnung ohne allen Zweifel historisch entwickelt hat, so wollen wir die genauere Untersuchung ihres Stambaumes und ihrer Geschichte einem besonderen Vortrage vorbehalten.

Zweiundzwanzigster Vortrag.

Urſprung und Stammbaum des Menſchen.

Die Anwendung der Deſcendenztheorie auf den Menſchen. Unermeßliche Bedeutung und logiſche Nothwendigkeit derſelben. Stellung des Menſchen im natürlichen Syſtem der Thiere, insbeſondere unter den discoplacentalen Säugethieren. Unberechtigte Trennung der Vierhänder und Zweihänder. Berechtigte Trennung der Halbaffen von den Affen. Stellung des Menſchen in der Ordnung der Affen. Schmalnaſen (Affen der alten Welt) und Plattnaſen (amerikaniſche Affen). Unterſchiede beider Gruppen. Entſtehung des Menſchen aus Schmalnaſen. Menſchenaffen oder Anthropoiden. Afrikaniſche Menſchenaffen (Gorilla und Schimpanſe). Aſiatiſche Menſchenaffen (Orang und Gibbon). Vergleichung der verſchiedenen Menſchenaffen und der verſchiedenen Menſchenraſſen. Ueberſicht der Ahnenreihe des Menſchen: Wirbelloſe Ahnen und Wirbelthier-Ahnen.

Meine Herren! Von allen einzelnen Fragen, welche durch die Abſtammungslehre beantwortet werden, von allen beſonderen Folgerungen, die wir aus derſelben ziehen müſſen, iſt keine einzige von ſolcher Bedeutung, als die Anwendung dieſer Lehre auf den Menſchen ſelbſt. Wie ich ſchon im Beginn dieſer Vorträge (S. 6) hervorgehoben habe, müſſen wir aus dem allgemeinen Inductionsgeſetze der Deſcendenztheorie mit der unerbittlichen Nothwendigkeit ſtrengſter Logik den beſonderen Deductionsſchluß ziehen, daß der Menſch ſich aus niederen Wirbelthieren, und zunächſt aus affenartigen Säugethieren allmählich und ſchrittweiſe entwickelt hat. Daß dieſe Lehre ein unzertrennlicher Beſtandtheil der Abſtammungslehre, und ſomit auch der allgemeinen Entwickelungstheorie überhaupt iſt, das wird

ebenso von allen denkenden Anhängern, wie von allen folgerichtig schließenden Gegnern derselben anerkannt.

Wenn diese Lehre aber wahr ist, so wird die Erkenntniß vom thierischen Ursprung und Stammbaum des Menschengeschlechts nothwendig tiefer, als jeder andere Fortschritt des menschlichen Geistes, in die Beurtheilung aller menschlichen Verhältnisse und zunächst in das Getriebe aller menschlichen Wissenschaften eingreifen. Sie muß früher oder später eine vollständige Umwälzung in der ganzen Weltanschauung der Menschheit hervorbringen. Ich bin der festen Ueberzeugung, daß man in Zukunft diesen unermeßlichen Fortschritt in der Erkenntniß als Beginn einer neuen Entwickelungsperiode der Menschheit feiern wird. Er läßt sich nur vergleichen mit dem Schritte des Copernicus, der zum ersten Male klar auszusprechen wagte, daß die Sonne sich nicht um die Erde bewege, sondern die Erde um die Sonne. Ebenso wie durch das Weltsystem des Copernicus und seiner Nachfolger die geocentrische Weltanschauung des Menschen umgestoßen wurde, die falsche Ansicht, daß die Erde der Mittelpunkt der Welt sei, und daß sich die ganze übrige Welt um die Erde drehe, ebenso wird durch die, schon von Lamarck versuchte Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen die anthropocentrische Weltanschauung umgestoßen, der eitle Wahn, daß der Mensch der Mittelpunkt der irdischen Natur und das ganze Getriebe derselben nur dazu da sei, um dem Menschen zu dienen. In gleicher Weise, wie das Weltsystem des Copernicus durch Newton's Gravitationstheorie mechanisch begründet wurde, sehen wir später die Descendenztheorie des Lamarck durch Darwin's Selectionstheorie ihre ursächliche Begründung erlangen. Ich habe diesen in mehrfacher Hinsicht lehrreichen Vergleich in meinen Vorträgen „über die Entstehung und den Stammbaum des Menschengeschlechts" weiter ausgeführt[50]).

Um nun diese äußerst wichtige Anwendung der Abstammungslehre auf dem Menschen mit der unentbehrlichen Unparteilichkeit und Objectivität durchzuführen, muß ich Sie vor Allem bitten, sich (für

kurze Zeit wenigſtens) aller hergebrachten und allgemein üblichen Vorſtellungen über die „Schöpfung des Menſchen“ zu entäußern, und die tief eingewurzelten Vorurtheile abzuſtreifen, welche uns über dieſen Punkt ſchon in früheſter Jugend eingepflanzt werden. Wenn Sie dies nicht thun, können Sie nicht objectiv das Gewicht der wiſſenſchaftlichen Beweisgründe würdigen, welche ich Ihnen für die thieriſche Abſtammung des Menſchen, für ſeine Entſtehung aus affenähnlichen Säugethieren anführen werde. Wir können hierbei nichts beſſeres thun, als mit Huxley uns vorzuſtellen, daß wir Bewohner eines anderen Planeten wären, die bei Gelegenheit einer wiſſenſchaftlichen Weltreiſe auf die Erde gekommen wären, und da ein ſonderbares zweibeiniges Säugethier, Menſch genannt, in großer Anzahl über die ganze Erde verbreitet, angetroffen hätten. Um daſſelbe zoologiſch zu unterſuchen, hätten wir eine Anzahl von Individuen desſelben, in verſchiedenem Alter und aus verſchiedenen Ländern, gleich den anderen auf der Erde geſammelten Thieren in ein großes Faß mit Weingeiſt gepackt, und nähmen nun nach unſerer Rückkehr auf den heimiſchen Planeten ganz objectiv die vergleichende Anatomie aller dieſer erdbewohnenden Thiere vor. Da wir gar kein perſönliches Intereſſe an dem, von uns ſelbſt gänzlich verſchiedenen Menſchen hätten, ſo würden wir ihn ebenſo unbefangen und objectiv wie die übrigen Thiere der Erde unterſuchen und beurtheilen. Dabei würden wir uns ſelbſtverſtändlich zunächſt aller Anſichten und Muthmaßungen über die Natur ſeiner Seele enthalten oder über die geiſtige Seite ſeines Weſens, wie man es gewöhnlich neunt. Wir beſchäftigen uns vielmehr zunächſt nur mit der körperlichen Seite und derjenigen natürlichen Auffaſſung derſelben, welche uns durch die Entwickelungsgeſchichte an die Hand gegeben wird.

Offenbar müſſen wir hier zunächſt, um die Stellung des Menſchen unter den übrigen Organismen der Erde richtig zu beſtimmen, wieder den unentbehrlichen Leitfaden des natürlichen Syſtems in die Hand nehmen. Wir müſſen möglichſt ſcharf und genau die Stellung zu beſtimmen ſuchen, welche dem Menſchen im natürlichen Syſtem der

Thiere zukömmt. Dann können wir, wenn überhaupt die Deſcendenztheorie richtig iſt, aus der Stellung im Syſtem wiederum auf die wirkliche Stammverwandtſchaft zurückſchließen und den Grad der Blutsverwandtſchaft beſtimmen, durch welchen der Menſch mit den menſchenähnlichen Thieren zuſammenhängt. Der hypothetiſche Stammbaum des Menſchengeſchlechts wird ſich uns dann als das Endreſultat dieſer vergleichend-anatomiſchen und ſyſtematiſchen Unterſuchung ganz von ſelbſt ergeben.

Wenn Sie nun auf Grund der vergleichenden Anatomie und Ontogenie die Stellung des Menſchen in dem natürlichen Syſtem der Thiere aufſuchen, mit welchem wir uns in den beiden letzten Vorträgen beſchäftigten, ſo tritt Ihnen zunächſt die unumſtößliche Thatſache entgegen, daß der Menſch dem Stamm oder Phylum der Wirbelthiere angehört. Alle körperlichen Eigenthümlichkeiten, durch welche ſich alle Wirbelthiere ſo auffallend von allen Wirbelloſen unterſcheiden, beſitzt auch der Menſch. Eben ſo wenig iſt es jemals zweifelhaft geweſen, daß unter allen Wirbelthieren die Säugethiere dem Menſchen am nächſten ſtehen, und daß er alle charakteriſtiſchen Merkmale beſitzt, durch welche ſich die Säugethiere vor allen übrigen Wirbelthieren auszeichnen. Wenn Sie dann weiterhin die drei verſchiedenen Hauptgruppen oder Unterclaſſen der Säugethiere in's Auge faſſen, deren gegenſeitiges Verhältniß wir im letzten Vortrage erörterten, ſo kann nicht der geringſte Zweifel darüber obwalten, daß der Menſch zu den Placentalthieren gehört, und alle die wichtigen Eigenthümlichkeiten mit den übrigen Placentalien theilt, durch welche ſich dieſe von den Beutelthieren und von den Kloakenthieren unterſcheiden. Endlich iſt von den beiden Hauptgruppen der Placentalthiere, Deciduaten und Indeciduen, die Gruppe der Deciduaten zweifelsohne diejenige, welche auch den Menſchen umfaßt. Denn der menſchliche Embryo entwickelt ſich mit einer echten Decidua, und unterſcheidet ſich dadurch weſentlich von allen Decidualoſen. Unter den Deciduathieren haben wir als zwei Legionen die Zonoplacentalien mit gürtelförmiger Placenta (Raubthiere und Schein-

hufer) und die Discoplacentalien mit ſcheibenförmiger Placenta (alle übrigen Deciduaten) unterſchieden. Der Menſch beſitzt eine ſcheibenförmige Placenta, gleich allen anderen Discoplacentalien, und wir würden nun alſo zunächſt die Frage zu beantworten haben, welche Stellung der Menſch in dieſer Gruppe einnimmt.

Im letzten Vortrage hatten wir folgende fünf Ordnungen von Discoplacentalien unterſchieden: 1) die Halbaffen; 2) die Nagethiere; 3) die Inſectenfreſſer; 4) die Flederthiere; 5) die Affen. Wie Jeder von Ihnen weiß, ſteht von dieſen fünf Ordnungen die letzte, diejenige der Affen, dem Menſchen in jeder körperlichen Beziehung weit näher, als die vier übrigen. Es kann ſich daher nur noch um die Frage handeln, ob man im Syſtem der Säugethiere den Menſchen geradezu in die Ordnung der echten Affen einreihen, oder ob man ihn neben und über derſelben als Vertreter einer beſonderen ſechſten Ordnung der Discoplacentalien betrachten ſoll.

Linné vereinigte in ſeinem Syſtem den Menſchen mit den echten Affen, den Halbaffen und den Fledermäuſen in einer und derſelben Ordnung, welche er Primates nannte, d. h. Oberherrn, gleichſam die höchſten Würdenträger des Thierreichs. Der Göttinger Anatom Blumenbach dagegen trennte den Menſchen als eine beſondere Ordnung unter dem Namen Bimana oder Zweihänder, indem er ihm die vereinigten Affen oder Halbaffen unter dem Namen Quadrumana oder Vierhänder entgegenſetzte. Dieſe Eintheilung wurde auch von Cuvier und demnach von den allermeiſten folgenden Zoologen angenommen. Erſt 1863 zeigte Huxley in ſeinen vortrefflichen „Zeugniſſen für die Stellung des Menſchen in der Natur“ [17], daß dieſelbe auf falſchen Anſichten beruhe, und daß die angeblichen „Vierhänder“ (Affen und Halbaffen) eben ſo gut „Zweihänder“ ſind, wie der Menſch ſelbſt. Der Unterſchied des Fußes von der Hand beruht nicht auf der phyſiologiſchen Eigenthümlichkeit, daß die erſte Zehe oder der Daumen den vier übrigen Fingern oder Zehen an der Hand entgegenſtellbar iſt, am Fuße dagegen nicht. Denn es giebt wilde Völkerſtämme, welche die erſte oder große Zehe den

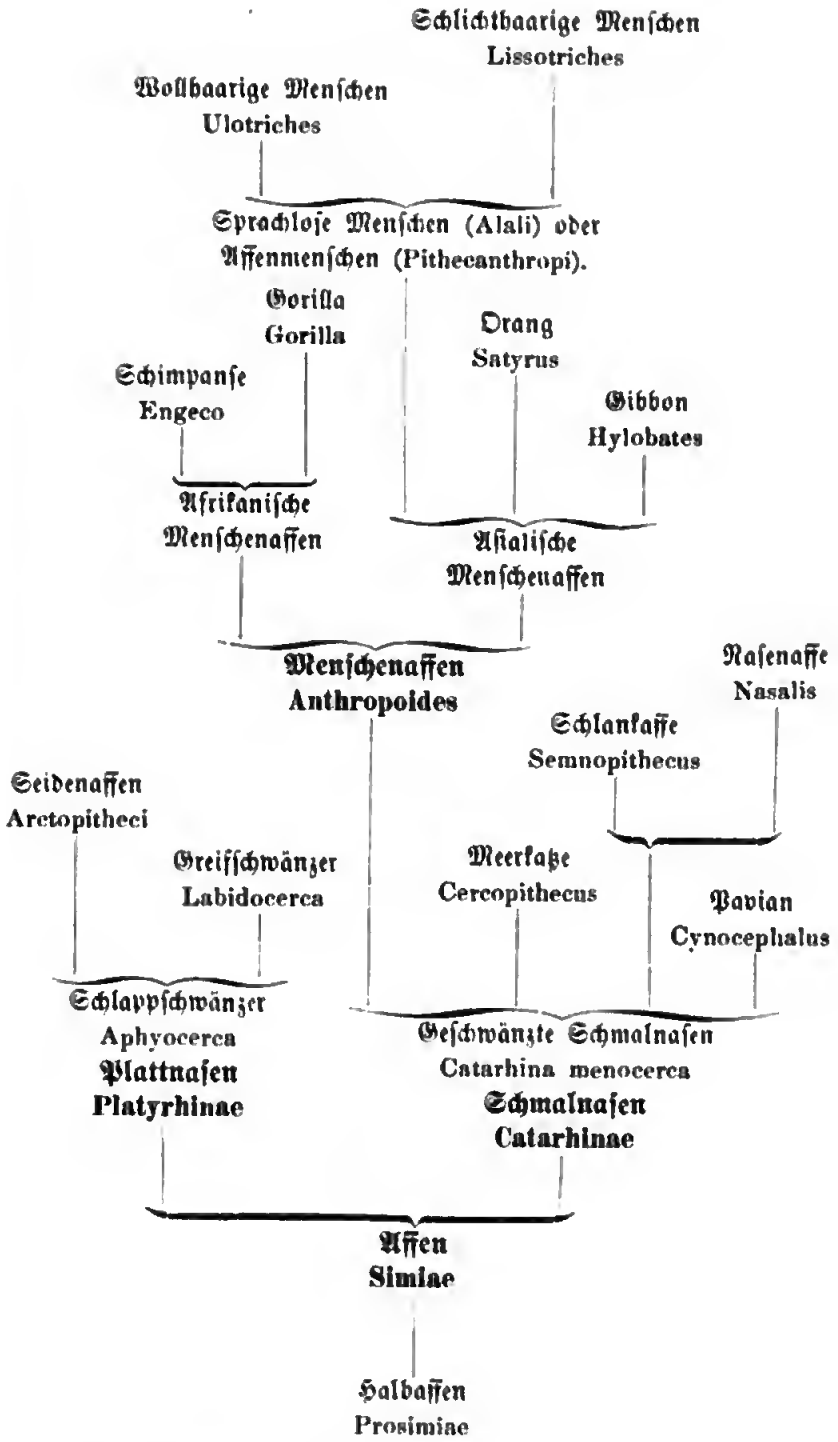
vier übrigen am Fuße ebenſo gegenüber ſtellen können, wie an der Hand. Sie können alſo ihren „Greiffuß“ ebenſo gut als eine ſogenannte „Hinterhand“ benutzen, wie die Affen. Die chineſiſchen Bootsleute rudern, die bengaliſchen Handwerker weben mit dieſer Hinterhand. Die Neger, bei denen die große Zehe beſonders ſtark und frei beweglich iſt, umfaſſen damit die Zweige, wenn ſie auf Bäume klettern, gerade wie die „vierhändigen“ Affen. Ja ſelbſt die neugeborenen Kinder der höchſtentwickelten Menſchenraſſen greifen in den erſten Monaten ihres Lebens noch eben ſo geſchickt mit der „Hinterhand“, wie mit der „Vorderhand“, und halten einen hingereichten Löffel eben ſo feſt mit der großen Zehe, wie mit dem Daumen! Auf der anderen Seite differenziren ſich aber bei den höheren Affen, namentlich beim Gorilla, Hand und Fuß ſchon ganz ähnlich wie beim Menſchen (vergl. Taf. IV, S. 363).

Der weſentliche Unterſchied von Hand und Fuß iſt alſo nicht ein phyſiologiſcher, ſondern ein morphologiſcher, und iſt durch den charakteriſtiſchen Bau des knöchernen Skelets und der ſich daran anſetzenden Muskeln bedingt. Die Fußwurzelknochen ſind weſentlich anders angeordnet, als die Handwurzelknochen, und den Fuß bewegen drei beſondere Muskeln, welche der Hand fehlen (ein kurzer Beugemuskel, ein kurzer Streckmuskel und ein langer Wadenbeinmuskel). In allen dieſen Beziehungen verhalten ſich die Affen und Halbaffen genau ſo wie der Menſch, und es war daher vollkommen unrichtig, wenn man den Menſchen von den erſteren als eine beſondere Ordnung auf Grund ſeiner ſtärkeren Differenzirung von Hand und Fuß trennen wollte. Ebenſo verhält es ſich aber auch mit allen übrigen körperlichen Merkmalen, durch welche man etwa verſuchen wollte, den Menſchen von den Affen zu trennen, mit der relativen Länge der Gliedmaßen, dem Bau des Schädels, des Gehirns u. ſ. w. In allen dieſen Beziehungen ohne Ausnahme ſind die Unterſchiede zwiſchen dem Menſchen und den höheren Affen geringer, als die entſprechenden Unterſchiede zwiſchen den höheren und den niederen Affen.

Auf Grund der ſorgfältigſten und genaueſten anatomiſchen Ver-

Syſtematiſche Ueberſicht
der Familien und Gattungen der Affen.

Sectionen der Affen	Familien der Affen	Gattungen oder Genera der Affen	Syſtematiſcher Name der Genera
I. Affen der neuen Welt (Hesperopitheci) oder plattnaſige Affen (Platyrhinae).			
A. Platyrhinen mit Krallen Aretopitheci	I. Seidenaffen *Hapalida*	1. Pinſelaffe	1. Midas
		2. Löwenaffe	2. Jacchus
B. Platyrhinen mit Kuppennägeln Dysmopitheci	II. Plattnaſen mit Schlappſchwanz *Aphyocerca*	3. Eichhornaffe	3. Chrysothrix
		4. Springaffe	4. Callithrix
		5. Nachtaffe	5. Nyctipithecus
		6. Schweifaffe	6. Pithecia
	III. Plattnaſen mit Greifſchwanz *Labidocerca*	7. Rollaffe	7. Cebus
		8. Klammeraffe	8. Ateles
		9. Wollaffe	9. Lagothrix
		10. Brüllaffe	10. Mycetes
II. Affen der alten Welt (Heopitheci) oder ſchmalnaſige Affen (Catarhinae).			
C. Geſchwänzte Catarhinen Menocerca	IV. Geſchwänzte Catarhinen mit Backentaſchen *Ascoparea*	11. Pavian	11. Cynocephalus
		12. Makako	12. Inuus
		13. Meerkatze	13. Cercopithecus
	V. Geſchwänzte Catarhinen ohne Backentaſchen *Anasca*	14. Schlankaffe	14. Semnopithecus
		15. Stummelaffe	15. Colobus
		16. Naſenaffe	16. Nasalis
D. Schwanzloſe Catarhinen Lipocerca	VI. Menſchenaffen *Anthropoides*	17. Gibbon	17. Hylobates
		18. Orang	18. Satyrus
		19. Schimpanſe	19. Engeco
		20. Gorilla	20. Gorilla
	VII. Menſchen *Anthropi*	21. Affenmenſch oder ſprachloſer Menſch	21 Pithecanthropus (Alalus)
		22. Sprechender Menſch	22. Homo


Schlichthaarige Menſchen
Lissotriches
Wollhaarige Menſchen
Ulotriches
Sprachloſe Menſchen (Alali) oder
Affenmenſchen (Pithecanthropi).
Gorilla
Gorilla
Orang
Satyrus
Schimpanſe
Engeco
Gibbon
Hylobates
Afrikaniſche
Menſchenaffen
Aſiatiſche
Menſchenaffen
Menſchenaffen
Anthropoides
Naſenaffe
Nasalis
Schlankaffe
Semnopithecus
Seidenaffen
Arctopitheci
Greifſchwänzer
Labidocerca
Meerkatze
Cercopithecus
Pavian
Cynocephalus
Schlappſchwänzer
Aphyocerca
Plattnaſen
Platyrhinae
Geſchwänzte Schmalnaſen
Catarhina menocerca
Schmalnaſen
Catarhinae
Affen
Simiae
Halbaffen
Prosimiae

gleichungen kam demnach Hurley zu folgendem, äußert wichtigem Schluſſe: „Wir mögen daher ein Syſtem von Organen vornehmen, welches wir wollen, die Vergleichung ihrer Modificationen in der Affenreihe führt uns zu einem und demſelben Reſultate: daß die anatomiſchen Verſchiedenheiten, welche den Menſchen vom Gorilla und Schimpanſe ſcheiden, nicht ſo groß ſind, als die, welche den Gorilla von den niedrigeren Affen trennen". Demgemäß vereinigt Hurley, ſtreng der ſyſtematiſchen Logik folgend, Menſchen, Affen und Halbaffen in einer einzigen Ordnung, Primates, und theilt dieſe in folgende ſieben Familien „von ungefähr gleichem ſyſtematiſchen Werthe": 1. Anthropini (der Menſch). 2. Catarhini (echte Affen der alten Welt). 3. Platyrhini (echte Affen Amerikas). 4. Aretopitheci (Krallenaffen Amerikas). 5. Lemurini (kurzfüßige und langfüßige Halbaffen). 6. Chiromyini (Fingerthiere). 7. Galeopitheeini (Pelzflatterer). (Vergl. den XXI. Vortrag, S. 581.)

Wenn wir aber das natürliche Syſtem und demgemäß den Stammbaum der Primaten ganz naturgemäß auffaſſen wollen, ſo müſſen wir noch einen Schritt weiter gehen, und die Halbaffen oder Proſimien (die drei letzten Familien Hurley's) gänzlich von den echten Affen oder Simien (den vier erſten Familien) trennen. Denn wie ich ſchon in meiner generellen Morphologie zeigte und Ihnen bereits im letzten Vortrage erläuterte, unterſcheiden ſich die Halbaffen in vielen und wichtigen Beziehungen von den echten Affen und ſchließen ſich in ihren einzelnen Formen vielmehr den verſchiedenen anderen Ordnungen der Discoplacentalien an. Die Halbaffen ſind daher wahrſcheinlich als Reſte der gemeinſamen Stammgruppe zu betrachten, aus welcher ſich die anderen Ordnungen der Discoplacentalien, und vielleicht alle Deciduaten, als divergente Zweige entwickelt haben. (Gen. Morph. II, S. CXLVIII und CLII.) Der Menſch aber kann nicht von der Ordnung der echten Affen oder Simien getrennt werden, da er den höheren echten Affen in jeder Beziehung näher ſteht, als dieſe den niederen echten Affen.

Die echten Affen (Simiae) werden allgemein in zwei ganz

natürliche Hauptgruppen getheilt, nämlich in die Affen der neuen Welt (amerikanische Affen) und in die Affen der alten Welt, welche in Asien und Afrika einheimisch sind, und früher auch in Europa vertreten waren. Diese beiden Abtheilungen unterscheiden sich namentlich in der Bildung der Nase und man hat sie danach benannt. Die amerikanischen Affen haben plattgedrückte Nasen, so daß die Nasenlöcher nach außen stehen, nicht nach unten; sie heißen deshalb Plattnasen (Platyrhinae). Dagegen haben die Affen der alten Welt eine schmale Nasenscheidewand und die Nasenlöcher sehen nach unten, wie beim Menschen; man nennt sie deshalb Schmalnasen (Catarhinae). Ferner ist das Gebiß, welches bekanntlich bei der Classification der Säugethiere eine hervorragende Rolle spielt, in beiden Gruppen charakteristisch verschieden. Alle Catarhinen oder Affen der alten Welt haben ganz dasselbe Gebiß, wie der Mensch, nämlich in jedem Kiefer, oben und unten, vier Schneidezähne, dann jederseits einen Eckzahn und fünf Backzähne, von denen zwei Lückenzähne und drei Mahlzähne sind, zusammen 32 Zähne. Dagegen alle Affen der neuen Welt, alle Platyrhinen, besitzen vier Backzähne mehr, nämlich drei Lückenzähne und drei Mahlzähne jederseits oben und unten. Sie haben also zusammen 36 Zähne. Nur eine kleine Gruppe bildet davon eine Ausnahme, nämlich die Krallenaffen (Arctopitheci), bei denen der dritte Mahlzahn verkümmert, und die demnach in jeder Kieferhälfte drei Lückenzähne und zwei Mahlzähne haben. Sie unterscheiden sich von den übrigen Platyrhinen auch dadurch, daß sie an den Fingern der Hände und den Zehen der Füße Krallen tragen, und keine Nägel, wie der Mensch und die übrigen Affen. Diese kleine Gruppe südamerikanischer Affen, zu welcher unter anderen die bekannten niedlichen Pinselläffchen (Midas) und Löwenäffchen (Jacchus) gehören, ist wohl nur als ein eigenthümlich entwickelter Seitenzweig der Platyrhinen aufzufassen.

Fragen wir nun, welche Resultate aus diesem System der Affen für den Stammbaum derselben folgen, so ergiebt sich daraus unmittelbar, daß sich alle Affen der neuen Welt aus einem Stamme ent-

wickelt haben, weil sie alle das charakteristische Gebiß und die Nasenbildung der Platyrhinen besitzen. Eben so folgt daraus, daß alle Affen der alten Welt abstammen müssen von einer und derselben gemeinschaftlichen Stammform, welche die Nasenbildung und das Gebiß aller jetzt lebenden Catarhinen besaß. Ferner kann es kaum zweifelhaft sein, daß die Affen der neuen Welt, als ganzer Stamm genommen, entweder von denen der alten Welt abstammen, oder (unbestimmter und vorsichtiger ausgedrückt) daß Beide divergente Aeste eines und desselben Affenstammes sind. Für die Abstammung des Menschen folgt hieraus der unendlich wichtige Schluß, welcher auch für die Verbreitung des Menschen auf der Erdoberfläche die größte Bedeutung besitzt, daß der Mensch sich aus den Catarhinen entwickelt hat. Denn wir sind nicht im Stande, einen zoologischen Charakter aufzufinden, der den Menschen von den nächstverwandten Affen der alten Welt in einem höheren Grade unterschiede, als die entferntesten Formen dieser Gruppe unter sich verschieden sind. Es ist dies das wichtigste Resultat der sehr genauen vergleichend-anatomischen Untersuchungen Huxley's, welches nicht genau berücksichtigt werden kann. In jeder Beziehung sind die anatomischen Unterschiede zwischen dem Menschen und den menschenähnlichsten Catarhinen (Orang, Gorilla, Schimpanse) geringer, als die anatomischen Unterschiede zwischen diesen und den niedrigsten, tiefst stehenden Catarhinen, insbesondere den hundeähnlichen Pavianen. Dieses höchst bedeutsame Resultat ergiebt sich aus einer unbefangenen anatomischen Vergleichung der verschiedenen Formen von Catarhinen als unzweifelhaft.

Wenn wir also überhaupt, der Descendenztheorie entsprechend, das natürliche System der Thiere als Leitfaden unserer Betrachtung anerkennen, und darauf unseren Stammbaum begründen, so müssen wir nothwendig zu dem unabweislichen Schlusse kommen, daß das Menschengeschlecht ein Aestchen der Catarhinengruppe ist und sich aus längst ausgestorbenen Affen dieser Gruppe in der alten Welt entwickelt hat. Einige Anhänger der Descendenztheorie haben gemeint, daß die amerikanischen Menschen sich unab-

hängig von denen der alten Welt aus amerikanischen Affen entwickelt hätten. Diese Hypothese halte ich für ganz irrig. Denn die völlige Uebereinstimmung aller Menschen mit den Catarhinen in Bezug auf die charakteristische Bildung der Nase und des Gebisses beweist deutlich, daß sie eines Ursprungs sind, und sich aus einer gemeinsamen Wurzel erst entwickelt haben, nachdem die Platyrhinen oder amerikanischen Affen sich bereits von dieser abgezweigt hatten. Die amerikanischen Ureinwohner sind vielmehr, wie auch zahlreiche ethnographische Thatsachen beweisen, aus Asien, und theilweise vielleicht auch aus Polynesien (oder selbst aus Europa) eingewandert.

Einer genaueren Feststellung des menschlichen Stammbaums stehen gegenwärtig noch große Schwierigkeiten entgegen. Nur das läßt sich noch weiterhin behaupten, daß die nächsten Stammeltern des Menschengeschlechts schwanzlose Catarhinen (Lipocerca) waren, ähnlich den heute noch lebenden Menschenaffen, die sich offenbar erst später aus den geschwänzten Catarhinen (Monocerca), als der ursprünglicheren Affenform, entwickelt haben. Von jenen schwanzlosen Catarhinen, die jetzt auch häufig Menschenaffen oder Anthropoiden genannt werden, leben heutzutage noch vier verschiedene Gattungen mit ungefähr einem Dutzend verschiedener Arten. Der größte Menschenaffe ist der berühmte Gorilla (Gorilla engena oder Pongo gorilla genannt), welcher den Menschen an Größe und Stärke übertrifft, in der Tropenzone des westlichen Afrika einheimisch ist und am Flusse Gaboon erst 1847 von dem Missionär Savage entdeckt wurde. Diesem schließt sich als nächster Verwandter der längst bekannte Schimpanse an (Engeco troglodytes oder Pongo troglodytes), ebenfalls im westlichen und centralen Afrika einheimisch, aber bedeutend kleiner als der Gorilla. Der dritte von den drei großen menschenähnlichen Affen ist der auf Borneo und anderen Sunda-Inseln einheimische Orang oder Orang-Utang, von welchem man neuerdings zwei nahe verwandte Arten unterscheidet, den großen Orang (Satyrus orang oder Pithecus satyrus) und den kleinen Orang (Satyrus morio

oder Pithecus morio). Endlich lebt noch im südlichen Asien die Gattung Gibbon (Hylobates), von welcher man 4—8 verschiedene Arten unterscheidet. Sie sind bedeutend kleiner als die drei erstgenannten Anthropoiden und entfernen sich in den meisten Merkmalen schon weiter vom Menschen.

Die schwanzlosen Menschenaffen haben neuerdings, namentlich seit der genaueren Bekanntschaft mit dem Gorilla und seit ihrer Verknüpfung mit der Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen ein so allgemeines Interesse erregt, und eine solche Fluth von Schriften hervorgerufen, daß ich hier keine Veranlassung finde, näher auf dieselben einzugehen. Was ihre Beziehungen zum Menschen betrifft, so finden Sie dieselben in den trefflichen Schriften von Huxley[10]), Carl Vogt[11]), Büchner[12]) und Rolle[13]) ausführlich erörtert. Ich beschränke mich daher auf die Mittheilung des wichtigsten allgemeinen Resultates, welches ihre allseitige Vergleichung mit dem Menschen ergeben hat, daß nämlich jeder von den vier Menschenaffen dem Menschen in einer oder einigen Beziehungen näher steht, als die übrigen, daß aber keiner als der absolut in jeder Beziehung menschenähnlichste bezeichnet werden kann. Der Orang steht dem Menschen am nächsten in Bezug auf die Gehirnbildung, der Schimpanse durch wichtige Eigenthümlichkeiten der Schädelbildung, der Gorilla hinsichtlich der Ausbildung der Füße und Hände, und der Gibbon endlich in der Bildung des Brustkastens.

Es ergiebt sich also aus der sorgfältigen vergleichenden Anatomie der Anthropoiden ein ganz ähnliches Resultat, wie es Weisbach aus der statistischen Zusammenstellung und denkenden Vergleichung der sehr zahlreichen und sorgfältigen Körpermessungen erhalten hat, die Scherzer und Schwarz während der Reise der österreichischen Fregatte Novara um die Erde an Individuen verschiedener Menschenrassen angestellt haben. Weisbach faßt das Endresultat seiner gründlichen Untersuchungen in folgenden Worten zusammen: „Die Affenähnlichkeit des Menschen concentrirt sich keineswegs bei einem oder dem anderen Volke, sondern vertheilt sich derart auf die

einzelnen Körperabschnitte bei den verschiedenen Völkern, daß jedes mit irgend einem Erbstücke dieser Verwandtschaft, freilich das eine mehr, das andere weniger, bedacht ist, und selbst wir Europäer durchaus nicht beanspruchen dürfen, dieser Verwandtschaft vollständig fremd zu sein". (Novara-Reise, Anthropolog. Theil).

Ausdrücklich will ich hier noch hervorheben, was eigentlich freilich selbstverständlich ist, daß kein einziger von allen jetzt lebenden Affen, und also auch keiner von den genannten Menschenaffen der Stammvater des Menschengeschlechts sein kann. Von denkenden Anhängern der Descendenztheorie ist diese Meinung auch niemals behauptet, wohl aber von ihren gedankenlosen Gegnern ihnen untergeschoben worden. Die affenartigen Stammeltern des Menschengeschlechts sind längst ausgestorben. Vielleicht werden wir ihre versteinerten Gebeine noch dereinst theilweis in Tertiärgesteinen des südlichen Asiens oder Afrikas auffinden. Jedenfalls werden dieselben im zoologischen System in der Gruppe der schwanzlosen Schmalnasen (Catarhina lipocerca) oder Anthropoiden untergebracht werden müssen.

Die genealogischen Hypothesen, zu welchen uns die Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen in den letzten Vorträgen bis hierher geführt hat, ergeben sich für jeden klar und consequent denkenden Menschen unmittelbar aus den Thatsachen der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie. Natürlich kann unsere Phylogenie nur ganz im Allgemeinen die Grundzüge des menschlichen Stammbaums andeuten, und sie läuft um so mehr Gefahr des Irrthums, je strenger sie im Einzelnen auf die uns bekannten besonderen Thierformen bezogen wird. Indessen lassen sich doch schon jetzt mindestens die nachstehend aufgeführten zweiundzwanzig Ahnenstufen des Menschen mit annähernder Sicherheit unterscheiden. Von diesen gehören vierzehn Stufen zu den Wirbelthieren, acht Stufen zu den wirbellosen Vorfahren des Menschen.

Thierische Vorfahrenkette oder Ahnenreihe des Menschen.

(Vergl. den XX. und XXI. Vortrag, sowie Taf. XIV und S. 352.)

Erste Hälfte der menschlichen Vorfahrenkette:

Wirbellose Ahnen des Menschen.

Erste Stufe: Moneren (Monera).

Die ältesten Vorfahren des Menschen wie aller anderen Organismen waren lebendige Wesen der denkbar einfachsten Art, Organismen ohne Organe, gleich den heute noch lebenden Moneren. Sie bestanden aus einem ganz einfachen, durch und durch gleichartigen, structurlosen und formlosen Klümpchen einer schleimartigen oder eiweißartigen Materie (Plasson), wie die heute noch lebende Protamoeba primitiva (vergl. S. 167, Fig. 1). Der Formwerth dieser ältesten menschlichen Urahnen war noch nicht einmal demjenigen einer Zelle gleich, sondern nur dem einer Cytode (vergl. S. 308). Denn wie bei allen Moneren war Protoplasma und Zellenkern noch nicht gesondert. Die ersten von diesen Moneren entstanden im Beginn der laurentischen Periode durch Urzeugung oder Archigonie aus sogenannten „anorganischen Verbindungen", aus einfachen Verbindungen von Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff. Die Annahme einer solchen Urzeugung, einer mechanischen Entstehung der ersten Organismen aus anorgischer Materie, haben wir im dreizehnten Vortrage als eine nothwendige und berechtigte Hypothese nachgewiesen (vergl. S. 301). Den directen, auf das biogenetische Grundgesetz (S. 361) gestützten Beweis für die frühere Existenz dieser ältesten Ahnenstufe liefert möglicherweise noch heute der Umstand,

daß nach den Angaben vieler Beobachter im Beginn der Ei-Entwickelung der Zellenkern verschwindet und somit die Eizelle auf die niedere Stufe der Cytode zurücksinkt (Monerula, S. 443; Rückschlag der kernhaltigen Plastide in die kernlose). Aus den wichtigsten allgemeinen Gründen ist die Annahme dieser ersten Stufe nothwendig.

Zweite Stufe: **Amoeben (Amoebae).**

Die zweite Ahnenstufe des Menschen, wie aller höheren Thiere und Pflanzen, wird durch eine einfache Zelle gebildet, d. h. ein Stückchen Protoplasma, das einen Kern umschließt. Aehnliche „einzellige Organismen" leben noch heute in großer Menge. Unter diesen werden die gewöhnlichen, einfachen Amoeben (S. 169, Fig. 2) von jenen Urahnen nicht wesentlich verschieden gewesen sein. Der Formwerth jeder Amoebe ist wesentlich gleich demjenigen, welchen das Ei des Menschen, und ebenso das Ei aller anderen Thiere, noch heute besitzt (vergl. S. 170, Fig. 3). Die nackten Eizellen der Schwämme, welche ganz wie Amoeben umherkriechen, sind von diesen nicht zu unterscheiden. Die Eizelle des Menschen, welche gleich der der meisten anderen Thiere von einer Membran umschlossen ist, gleicht einer eingekapselten Amoebe. Die ersten einzelligen Thiere dieser Art entstanden aus Moneren durch Differenzirung des inneren Kerns und des äußeren Protoplasma, und lebten schon in früherer Primordialzeit. Den unumstößlichen Beweis, daß solche einzellige Urthiere als directe Vorfahren des Menschen wirklich existirten, liefert gemäß des biogenetischen Grundgesetzes (S. 276) die Thatsache, daß das Ei des Menschen weiter nichts als eine einfache Zelle ist. (Vergl. S. 444.)

Dritte Stufe: **Synamoebien (Moraeada).**

Um uns von der Organisation derjenigen Vorfahren des Menschen, die sich zunächst aus den einzelligen Urthieren entwickelten, eine ungefähre Vorstellung zu machen, müssen wir diejenigen Veränderungen verfolgen, welche das menschliche Ei im Beginn der individuellen

Entwickelung erleidet. Gerade hier leitet uns die Keimesgeschichte mit größter Sicherheit auf die Spur der Stammesgeschichte. Nun haben wir schon früher gesehen, daß das Ei des Menschen (ebenso wie das aller anderen Säugethiere) nach erfolgter Befruchtung durch wiederholte Selbsttheilung in einen Haufen von einfachen und gleichartigen, amoebenähnlichen Zellen zerfällt (S. 448, Fig. 4D, E). Alle diese „Furchungskugeln" sind anfänglich einander gleich, ohne Hülle, nackte, kernhaltige Zellen. Bei vielen Thieren führen dieselben Bewegungen nach Art der Amoeben aus. Dieser ontogenetische Entwickelungszustand, den wir wegen seiner Maulbeerform Morula nannten (S. 444), führt den sicheren Beweis, daß in früher Primordialzeit Vorfahren des Menschen existirten, welche den Formwerth eines Haufens von gleichartigen, locker verbundenen Zellen besaßen. Man kann dieselben als Amoeben-Gemeinden (Synamoebia) oder Maulbeer-Kugeln (Moraea) bezeichnen (vergl. S. 448, Fig. 20E). Solche Moraeaden entstanden aus den einzelligen Urthieren der zweiten Stufe durch wiederholte Selbsttheilung und bleibende Vereinigung dieser Theilungsproducte.

Vierte Stufe: Flimmerkugeln (Blastaeada).

Aus der Morula oder der „Maulbeerkugel" entwickelt sich im Laufe der Keimung bei sehr vielen Thieren ein merkwürdiger Keimzustand, welchen zuerst Baer entdeckt und mit dem Namen Keimblase oder Keimhautblase belegt hat (Blastula oder Vesicula blastodermica). Das ist eine mit Flüssigkeit gefüllte Hohlkugel, deren dünne Wand aus einer einzigen Zellenschicht besteht. (Keimhaut oder Blastoderma). Indem sich im Inneren der Morula Flüssigkeit ansammelt, werden die Zellen sämmtlich nach der Peripherie gedrängt. Bei den meisten niederen Thieren, aber auch noch bei dem niedersten Wirbelthiere, dem Lanzetthiere oder Amphioxus, nennt man diese Keimform Flimmerlarve (Blastula oder Blastosphaera), weil die an der Oberfläche gelegenen gleichartigen Zellen haarfeine Fortsätze oder Flimmerhaare ausstrecken, welche sich schlagend im Wasser

bewegen, und dadurch den ganzen Körper rotirend umhertreiben. Beim Menschen, wie bei allen Säugethieren, entsteht zwar auch heute noch aus der Morula dieselbe Keimhautblase (S. 267); aber ohne Flimmerhaare; diese sind durch Anpassung verloren gegangen. Aber die wesentlich gleiche Bildung dieser flimmernden Hohlkugel, die sich vielfach durch Vererbung erhalten hat, deutet auf eine ebenso gebildete uralte Stammform, die wir Flimmerschwärmer (Blastaea) nennen können. Diese Blastaea war eine Hohlkugel, deren Wand eine einzige Schicht Flimmerzellen bildete (S. 448, Fig. 20, F, G). Den sicheren Beweis dafür liefert der Amphioxus, welcher einerseits dem Menschen blutsverwandt ist, andrerseits aber noch das Stadium der ursprünglichen Blastula bis heute conservirt hat.

Fünfte Stufe: **Urdarmthiere (Gastraeada).**

Im Laufe der individuellen Entwickelung entsteht sowohl beim Amphioxus, wie bei den verschiedensten niederen Thieren aus der Blastula zunächst die äußerst wichtige Larvenform, welche wir Darmlarve oder Gastrula genannt haben (S. 448, Fig. 20, J, K). Nach dem biogenetischen Grundgesetze beweist diese Gastrula die frühere Existenz einer ebenso gebauten selbstständigen Urthier-Form, welche wir Urdarmthier oder Gastraea nannten (S. 446). Solche Gastraeaden müssen schon während der älteren Primordialzeit existirt und unter ihnen müssen sich auch Vorfahren des Menschen befunden haben. Den sicheren Beweis dafür liefert der Amphioxus, welcher trotz seiner Blutsverwandtschaft mit dem Menschen noch heute das Stadium der ursprünglichen Gastrula mit einfacher Darmanlage und zweiblättriger Darmwand durchläuft (vergl. Taf. XII, Fig. B 4).

Sechste Stufe: **Urwürmer (Archelminthes).**

Die menschlichen Vorfahren der sechsten Stufe, die aus den Gastraeaden der fünften Stufe hervorgingen, waren niedere Würmer, welche unter allen uns bekannten Wurmformen den Strudelwürmern oder Turbellarien am nächsten standen, oder doch wenig-

stens im Ganzen deren Formwerth besaßen. Sie waren gleich den heutigen Strudelwürmern auf der ganzen Körperoberfläche mit Wimpern überzogen und besaßen einen einfachen Körper von länglichrunder Gestalt ohne alle Anhänge. Eine wahre Leibeshöhle (Coelom) und Blut war bei diesen acoelomen Würmern noch nicht vorhanden. Sie entstanden schon in früher Primordialzeit aus den Gastraeaden durch Bildung eines mittleren Keimblattes oder Muskelblattes, sowie durch weitere Differenzirung der inneren Körpertheile zu verschiedenen Organen; insbesondere die erste Bildung eines Nervensystems, der einfachsten Sinnesorgane, der einfachsten Organe für Ausscheidung (Nieren) und Fortpflanzung (Geschlechtsorgane). Der Beweis dafür, daß auch menschliche Vorfahren von ähnlicher Bildung existirten, ist in dem Umstande zu suchen, daß uns die vergleichende Anatomie und Ontogenie auf niedere acoelome Würmer, als auf die gemeinsame Stammform nicht nur aller höheren Würmer, sondern auch der vier höheren Thierstämme, hinweist. Diesen uralten acoelomen Urwürmern stehen aber von allen uns bekannten Thieren die Turbellarien am nächsten. (S. 470, 472.)

Siebente Stufe: **Weichwürmer (Scolecida).**

Zwischen den Urwürmern der vorigen Stufe und den Chordathieren der nächsten Stufe müssen wir mindestens noch eine verbindende Zwischenstufe nothwendig annehmen. Denn die Tunicaten, welche unter allen uns bekannten Thieren der achten Stufe am nächsten stehen, und die Turbellarien, welche der sechsten Stufe zunächst gleichen, sind zwar beide der niederen Abtheilung der ungegliederten Würmer angehörig, aber dennoch entfernen sich diese beiden Abtheilungen in ihrer Organisation so weit von einander, daß wir nothwendig die frühere Existenz von ausgestorbenen Zwischenformen zwischen beiden annehmen müssen. Wir können diese Verbindungsglieder, von denen uns wegen ihrer weichen Körperbeschaffenheit keine fossilen Reste übrig blieben, als Weichwürmer oder Scoleciden zusammenfassen. Sie entwickelten sich aus den Strudelwürmern der sechsten Stufe da-

durch, daß sich eine wahre Leibeshöhle (ein Coelom) und Blut im Inneren ausbildete. Welche von den heutigen Coelomaten diesen ausgestorbenen Scoleciden am nächsten stehen, ist schwer zu sagen, vielleicht die Eichelwürmer oder Enteropneusten (Balanoglossus). Den Beweis, daß auch directe Vorfahren des Menschen zu diesen Scoleciden gehörten, liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Würmer und des Amphioxus. Der Formwerth dieser Stufe wird übrigens in der weiten Lücke zwischen Urwürmern und Mantelthieren durch mehrere sehr verschiedene Zwischenstufen vertreten gewesen sein. (S. 469, 474.)

Achte Stufe: Chordathiere (Chordonia).

Als Chordathiere oder Chordonier führen wir hier an achter Stelle diejenigen Coelomaten auf, aus denen sich unmittelbar die ältesten schädellosen Wirbelthiere entwickelten. Unter den Coelomaten der Gegenwart sind die Ascidien die nächsten Verwandten dieser höchst merkwürdigen Würmer, welche die tiefe Kluft zwischen Wirbellosen und Wirbelthieren überbrückten. Daß solche Chordonier-Vorfahren des Menschen während der Primordialzeit wirklich existirten, dafür liefert den sicheren Beweis die höchst merkwürdige und wichtige Uebereinstimmung, welche die Keimesgeschichte des Amphioxus und der Ascidien darbietet. (Vergl. Taf. XII und XIII, ferner S. 475, 526 ꝛc.). Aus dieser Thatsache läßt sich die frühere Existenz von Chordathieren erschließen, welche von allen heute uns bekannten Würmern den Mantelthieren (Tunicata) und besonders den Appendicarien und den einfachen Seescheiden (Ascidia, Phallusia) am nächsten standen. Sie entwickelten sich aus den Würmern der siebenten Stufe durch Ausbildung eines Rückenmarks und durch Bildung eines darunter gelegenen Axenstabes (Chorda dorsalis). Gerade die Lagerung dieses centralen Axenstabes zwischen dem Rückenmark auf der Rückenseite und dem Darmrohr auf der Bauchseite, ist für sämmtliche Wirbelthiere mit Inbegriff des Menschen höchst charakteristisch, ebenso aber auch für die Appendicarien und die Ascidien-Larven. Der Form-

werth dieser Stufe entspricht ungefähr demjenigen, welchen die genannten Larven der einfachen Seescheiden zu der Zeit besitzen, wo sie die Anlage des Rückenmarks und des Axenstabes zeigen. (Taf XII, Fig. A5; vergl. die Erklärung dieser Figuren unten im Anhang.)

Zweite Hälfte der menschlichen Vorfahrenkette:

Wirbelthier-Ahnen des Menschen.

Neunte Stufe: Schädellose (Acrania).

Die Reihe der menschlichen Vorfahren, welche wir ihrer ganzen Organisation nach bereits als Wirbelthiere betrachten müssen, beginnt mit Schädellosen oder Acraniern, von deren Beschaffenheit uns das heute noch lebende Lanzetthierchen (Amphioxus lanceolatus, Taf. XII B, XIII B) eine entfernte Vorstellung giebt. Indem dieses Thierchen durch seine frühesten Embryonalzustände ganz mit den Ascidien übereinstimmt, durch seine weitere Entwickelung sich aber als echtes Wirbelthier zeigt, vermittelt es von Seiten der Wirbelthiere den unmittelbaren Zusammenhang mit den Wirbellosen. Wenn auch die menschlichen Vorfahren der neunten Stufe in vielen Beziehungen von dem Amphioxus, als dem letzten überlebenden Reste der Schädellosen, ziemlich verschieden waren, so müssen sie ihm doch in den wesentlichsten Eigenthümlichkeiten, in dem Mangel von Schädel und Gehirn geglichen haben. Schädellose von solcher Bildung, aus denen die Schädelthiere erst später sich entwickelten, lebten während der Primordialzeit und entstanden aus den ungegliederten Chordoniern der achten Stufe durch Gliederung des Rumpfes (Bildung von Metameren oder Rumpfsegmenten), sowie durch weitere Differenzirung aller Organe. Wahrscheinlich begann mit dieser Stufe auch die Trennung der beiden Geschlechter (Gonochorismus), während alle vorher genannten wirbellosen Ahnen (abgesehen von den 3—4 ersten geschlechtslosen Stufen) noch Zwitterbildung (Hermaphroditismus) besessen haben werden (vergl. S. 176). Den sicheren Beweis für die frühere Existenz

ſolcher ſchädelloſen und gehirnloſen Ahnen des Menſchen liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie des Amphioxus und der Cranioten. (S. 524.)

Zehnte Stufe: **Unpaarnaſen (Monorhina).**

Aus den ſchädelloſen Vorfahren des Menſchen gingen zunächſt Schädelthiere oder Cranioten von der unvollkommenſten Beſchaffenheit hervor. Unter allen heute noch lebenden Schädelthieren nimmt die tiefſte Stufe die Claſſe der Rundmäuler oder Cycloſtomen ein, die Inger (Myxinoiden) und Lampreten (Petromyzonten). Aus der inneren Organiſation dieſer Unpaarnaſen oder Monorhinen können wir uns ein ungefähres Bild von der Beſchaffenheit der menſchlichen Ahnen der zehnten Stufe machen. Wie bei jenen erſteren, ſo wird auch bei dieſen letzteren Schädel und Gehirn noch von der einfachſten Form geweſen ſein, und viele wichtige Organe, wie z. B. Schwimmblaſe, ſympathiſcher Nerv, innere Kiemenbogen, Kieferſkelet und beide Beinpaare, noch völlig gefehlt haben. Jedoch ſind die Beutelkiemen und das runde Saugmaul der Cycloſtomen wohl als Anpaſſungscharaktere zu betrachten, welche bei der entſprechenden Ahnenſtufe nicht vorhanden waren. Die Unpaarnaſen entſtanden während der Primordialzeit aus den Schädelloſen dadurch, daß das vordere Ende des Rückenmarks ſich zum Gehirn umbildete und rings um dieſes letztere ſich ein Schädel entwickelte. Der ſichere Beweis, daß ſolche kieferloſe Vorfahren des Menſchen exiſtirten, liegt in der „vergleichenden Anatomie der Myxinoiden“. (S. 527, 530.)

Elfte Stufe: **Urfiſche (Selachii).**

Die Urfiſch-Ahnen zeigten unter allen uns bekannten Wirbelthieren wahrſcheinlich die meiſte Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden Haifiſchen (Squalacei) (S. 534). Sie entſtanden aus Unpaarnaſen durch Theilung der unpaaren Naſe in zwei paarige Seitenhälften, durch Bildung eines ſympathiſchen Nervennetzes, echter Kiemenbogen, eines Kieferſkelets, einer Schwimmblaſe und zweier

Beinpaare (Bruſtfloſſen oder Vorderbeine, und Bauchfloſſen oder Hinterbeine). Die innere Organiſation dieſer Stufe wird im Ganzen derjenigen der niederſten uns bekannten Haifiſche entſprochen haben; doch war die Schwimmblaſe, die bei dieſen nur als Rudiment noch exiſtirt, ſtärker entwickelt. Sie lebten bereits in der Silurzeit, wie ſich aus den foſſilen ſiluriſchen Haifiſch-Reſten (Zähnen und Floſſenſtacheln) ergiebt. Den ſicheren Beweis, daß die ſiluriſchen Ahnen des Menſchen und aller anderen Paarnaſen den Selachiern nächſt verwandt waren, liefert die vergleichende Anatomie der letzteren. Sie zeigt, daß die Organiſations-Verhältniſſe aller Amphirhinen ſich aus denjenigen der Selachier ableiten laſſen.

Zwölfte Stufe: **Lurchfiſche (Dipneusta).**

Unſere zwölfte Ahnenſtufe wird durch Wirbelthiere gebildet, welche wahrſcheinlich eine entfernte Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden Molchfiſchen (Ceratodus, Protopterus, Lepidosiren, S. 537) beſaßen. Sie entſtanden aus den Urfiſchen (wahrſcheinlich in der Devonzeit, im Beginn der Primärzeit) durch Anpaſſung an das Landleben und Umbildung der Schwimmblaſe zu einer luftathmenden Lunge, ſowie der Naſengruben (welche nunmehr in die Mundhöhle mündeten) zu Luftwegen. Mit dieſer Stufe begann die Reihe der durch Lungen luftathmenden Vorfahren des Menſchen. Ihre Organiſation wird in mancher Hinſicht derjenigen des heutigen Ceratodus und Protopterus entſprochen haben, jedoch auch mannichfach verſchieden geweſen ſein. Sie lebten wohl ſchon im Beginn der devoniſchen Zeit. Den Beweis für ihre Exiſtenz führt die vergleichende Anatomie, indem ſie in den Dipneuſten ein Mittelglied zwiſchen den Selachiern und Amphibien nachweiſt.

Dreizehnte Stufe: **Kiemenlurche (Sozobranchia).**

Aus denjenigen Lurchfiſchen, welche wir als die Stammformen aller lungenathmenden Wirbelthiere betrachten, entwickelte ſich als wichtigſte Hauptlinie die Claſſe der Lurche oder Amphibien (S. 538,

539). Mit ihnen begann die fünfzehige Fußbildung (die Pentadactylie), die sich von da auf die höheren Wirbelthiere und zuletzt auch auf den Menschen vererbte. Als unsere ältesten Vorfahren aus der Amphibien-Classe sind die Kiemenlurche zu betrachten. Sie behielten neben den Lungen noch zeitlebens bleibende Kiemen, ähnlich dem heute noch lebenden Proteus und Axolotl (S. 215). Sie entstanden aus den Dipneusten durch Umbildung der rudernden Fischflossen zu fünfzehigen Beinen, und durch höhere Differenzirung verschiedener Organe, namentlich der Wirbelsäule. Jedenfalls existirten sie um die Mitte der paläolithischen oder Primärzeit, vielleicht schon vor der Steinkohlenzeit. Denn fossile Amphibien finden sich schon in der Steinkohle. Den Beweis dafür, daß derartige Kiemenlurche zu unsern directen Vorfahren gehörten, liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Amphibien und Säugethiere.

Vierzehnte Stufe: **Schwanzlurche (Sozura).**

Auf unsere amphibischen Vorfahren, die zeitlebens ihre Kiemen behielten, folgten späterhin andere Amphibien, welche durch Metamorphose im späteren Alter die in der Jugend noch vorhandenen Kiemen verloren, aber den Schwanz behielten, ähnlich den heutigen Salamandern und Molchen (Tritonen, vergl. S. 539). Sie entstanden aus den Kiemenlurchen dadurch, daß sie sich daran gewöhnten, nur noch in der Jugend durch Kiemen, im späteren Alter aber bloß durch Lungen zu athmen. Wahrscheinlich lebten sie schon in der zweiten Hälfte der Primärzeit, während der permischen Periode, vielleicht schon während der Steinkohlenzeit. Der Beweis für ihre Existenz liegt darin, daß die Schwanzlurche ein nothwendiges Mittelglied zwischen der vorigen und der folgenden Stufe bilden.

Fünfzehnte Stufe: **Uramnioten (Protamnia).**

Als Protamnion haben wir früher die gemeinsame Stammform der drei höheren Wirbelthierclassen bezeichnet, aus welcher als zwei divergente Zweige die Proreptilien einerseits, die Promammalien

andrerseits sich entwickelten (S. 543). Sie entstand aus unbekannten Schwanzlurchen durch gänzlichen Verlust der Kiemen, Bildung des Amnion, der Schnecke und des runden Fensters im Gehörorgan, und der Thränenorgane. Ihre Entstehung fällt spätestens in den letzten Abschnitt der Primärzeit, in die permische Periode. Unter den bekannten fossilen Wirbelthieren stehen ihnen am nächsten die permischen Stammreptilien (Proterosauria); vielleicht auch die Polycosauria, die als Stammformen der Säugereptilien (Therosauria) zu betrachten sind (vergl. oben S. 551). Der sichere Beweis für ihre einstmalige Existenz liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Amnionthiere. Denn alle Reptilien, Vögel und Säugethiere mit Inbegriff des Menschen stimmen in so zahlreichen wichtigen Eigenthümlichkeiten überein, daß sie mit voller Sicherheit als Descendenten einer einzigen gemeinsamen Stammform, des Protamnion, zu erkennen sind.

Sechzehnte Stufe: **Stammsäuger (Promammalia).**

Unter unseren Vorfahren von der sechszehnten bis zur zweiundzwanzigsten Stufe wird uns bereits heimischer zu Muthe. Sie gehören alle der großen und wohlbekannten Classe der Säugethiere an, deren Grenzen auch wir selbst bis jetzt noch nicht überschritten haben. Die gemeinsame, längst ausgestorbene und unbekannte Stammform aller Säugethiere, die wir als Promammale bezeichneten, stand jedenfalls unter allen jetzt noch lebenden Thieren dieser Classe den Schnabelthieren oder Ornithostomen am nächsten (Ornithorhynchus, Echidna, S. 559). Jedoch war sie von letzteren durch vollständige Bezahnung des Gebisses verschieden. Die Schnabelbildung der heutigen Schnabelthiere ist jedenfalls als ein später entstandener Anpassungscharakter zu betrachten. Als Zwischenformen zwischen den Promammalien und Protamnien (oder Proterosauriern?) sind wahrscheinlich die neuerdings entdeckten Säugereptilien (Therosauria) zu betrachten (vergl. S. 551). Die Promammalien entstanden aus dieser Gruppe wahrscheinlich erst im Beginn der

Secundärzeit, in der Trias-Periode, durch mancherlei Fortschritte in der inneren Organisation, sowie durch Umbildung der Epidermisschuppen zu Haaren und Bildung einer Milchdrüse, welche Milch zur Ernährung der Jungen lieferte. Der sichere Beweis dafür, daß die Promammalien, als die gemeinsamen Stammformen aller Säugethiere, auch zu unseren Ahnen gehörten, liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Säugethiere und des Menschen.

Siebzehnte Stufe: **Beutelthiere (Marsupialia).**

Die drei Unterclassen der Säugethiere stehen, wie wir früher sahen, der Art im Zusammenhang, daß die Beutelthiere sowohl in anatomischer, als auch in ontogenetischer und phylogenetischer Beziehung den unmittelbaren Uebergang zwischen den Monotremen und Placentalthieren vermitteln (S. 561). Daher müssen sich auch Vorfahren des Menschen unter den Beutelthieren befunden haben. Sie entstanden aus den Monotremen, zu denen auch die Stammsäuger oder Promammalien gehörten, durch Trennung der Kloake in Mastdarm und Urogenitalsinus, durch Bildung einer Brustwarze an der Milchdrüse, und durch theilweise Rückbildung der Schlüsselbeine. Die ältesten Beutelthiere lebten jedenfalls bereits in der Jura-Periode (vielleicht schon in der Trias-Zeit) und durchliefen während der Kreidezeit eine Reihe von Stufen, welche die Entstehung der Placentalien vorbereiteten. Den sicheren Beweis für unsere Abstammung von Beutelthieren, welche den heute noch lebenden Opossum und Känguruh im wesentlichen inneren Bau nahe standen, liefert die vergleichende Anatomie und Onkogenie der Säugethiere.

Achtzehnte Stufe: **Halbaffen (Prosimiae).**

Eine der wichtigsten und interessantesten Ordnungen unter den Säugethieren bildet, wie wir schon früher sahen, die kleine Gruppe der Halbaffen. Sie enthält wahrscheinlich die unmittelbaren Stammformen der echten Affen, und somit auch des Menschen. Unsere Halbaffen-Ahnen besaßen vermuthlich nur ziemlich entfernte äußere Aehn-

lichkeit mit den heute noch lebenden kurzfüßigen Halbaffen (Brachytarsi), namentlich den Maki, Indri und Lori (S. 580). Sie entstanden (wahrscheinlich im Beginn der caenolithischen oder Tertiärzeit) aus unbekannten, den Beutelratten verwandten Beutelthieren durch Bildung einer Placenta, Verlust des Beutels und der Beutelknochen, und stärkere Entwickelung des Schwielenkörpers im Gehirn. Der sichere Beweis, daß die echten Affen, und somit auch unser eigenes Geschlecht, direct von den Halbaffen herkommen, ist in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Placentalthiere zu suchen.

Neunzehnte Stufe: **Schwanzaffen (Menocerca).**

Unter den beiden Abtheilungen der echten Affen, die sich aus den Halbaffen entwickelten, besitzt nur diejenige der Schmalnasen oder Catarhinen nähere Blutsverwandtschaft mit dem Menschen. Unsere älteren Vorfahren aus dieser Gruppe waren vielleicht ähnlich den heute noch lebenden Nasenaffen und Schlankaffen (Semnopithecus), mit demselben Gebiß und derselben Schmalnase wie der Mensch; aber noch mit dichtbehaartem Körper und einem langen Schwanze (S. 597). Diese geschwänzten schmalnasigen Affen (Catarhina menocerca) entstanden aus den Halbaffen durch Umbildung des Gebisses und Verwandlung der Krallen an den Zehen in Nägel, wahrscheinlich schon in der älteren Tertiärzeit. Der sichere Beweis für unsere Abstammung von geschwänzten Catarhinen liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Affen und Menschen.

Zwanzigste Stufe: **Menschenaffen (Anthropoides).**

Unter allen heute noch lebenden Affen stehen dem Menschen am nächsten die großen schwanzlosen Schmalnasen, der Orang und Gibbon in Asien, der Gorilla und Schimpanse in Afrika. Diese Menschenaffen oder Anthropoiden entstanden wahrscheinlich während der mittleren Tertiärzeit, in der miocaenen Periode. Sie entwickelten sich aus den geschwänzten Catarhinen der vorigen Stufe, mit denen sie im Wesentlichen übereinstimmen, durch Verlust des Schwanzes,

theilweisen Verlust der Behaarung und überwiegende Entwickelung des Gehirntheiles über den Gesichtstheil des Schädels. Directe Vorfahren des Menschen sind unter den heutigen Anthropoiden nicht mehr zu suchen, wohl aber unter den unbekannten ausgestorbenen Menschenaffen der Miocaenzeit. Den sicheren Beweis für die frühere Existenz derselben liefert die vergleichende Anatomie der Menschenaffen und der Menschen. (S. 599.)

Einundzwanzigste Stufe: **Affenmenschen (Pithecanthropi).**

Obwohl die vorhergehende Ahnenstufe den echten Menschen bereits so nahe steht, daß man kaum noch eine vermittelnde Zwischenstufe anzunehmen braucht, können wir als eine solche dennoch die sprachlosen Urmenschen (Alali) betrachten. Diese Affenmenschen oder Pithekanthropen lebten wahrscheinlich erst gegen Ende der Tertiärzeit. Sie entstanden aus den Menschenaffen oder Anthropoiden durch die vollständige Angewöhnung an den aufrechten Gang und die dem entsprechende stärkere Differenzirung der beiden Beinpaare. Die „Vorderhand" der Anthropoiden wurde bei ihnen zur Menschenhand, die „Hinterhand" dagegen zum Gangfuß. Obgleich diese Affenmenschen so nicht bloß durch ihre äußere Körperbildung, sondern auch durch ihre innere Geistesentwickelung dem eigentlichen Menschen schon viel näher als die Menschenaffen gestanden haben werden, fehlte ihnen dennoch das eigentliche Hauptmerkmal des Menschen, die articulirte menschliche Wortsprache und die damit verbundene Entwickelung des höheren Selbstbewußtseins und der Begriffsbildung. Der sichere Beweis, daß solche sprachlose Urmenschen oder Affenmenschen dem sprechenden Menschen vorausgegangen sein müssen, ergiebt sich für den denkenden Menschen aus der vergleichenden Sprachforschung (aus der „vergleichenden Anatomie" der Sprache), und namentlich aus der Entwickelungsgeschichte der Sprache, sowohl bei jedem Kinde („glottische Ontogenese"), als bei jedem Volke („glottische Phylogenese"). (Vergl. S. 620.)

Zweiundzwanzigste Stufe: **Menschen (Homines).**

Die echten Menschen entwickelten sich aus den Affenmenschen der vorhergehenden Stufe durch die allmähliche Ausbildung der thierischen Lautsprache zur gegliederten oder articulirten Wortsprache. Mit der Entwickelung dieser Function ging natürlich diejenige ihrer Organe, die höhere Differenzirung des Kehlkopfs und des Gehirns, Hand in Hand. Der Uebergang von den sprachlosen Affenmenschen zu den echten oder sprechenden Menschen erfolgte spätestens im Beginn der Quartärzeit oder der Diluvial-Periode, wahrscheinlich aber schon früher, in der jüngeren Tertiärzeit. Da nach der übereinstimmenden Ansicht der meisten bedeutenden Sprachforscher nicht alle menschlichen Sprachen von einer gemeinsamen Ursprache abzuleiten sind, so müssen wir einen mehrfachen Ursprung der Sprache und dem entsprechend auch einen mehrfachen Uebergang von den sprachlosen Affenmenschen zu den echten, sprechenden Menschen annehmen. (Vergl. unten S. 621, 622.)

Mit Bezug auf die früher erläuterten natürlichen Hauptabtheilungen des Thier-Systems kann man die vorstehend angeführten 22 Hauptstufen unserer Vorfahren-Kette auf folgende 3 größere Gruppen vertheilen: I. Protisten-Ahnen (1. und 2. einzellige, 3. und 4. vielzellige Protisten; II. Würmer-Ahnen (5. Urdarmthiere, 6.—8. echte Wurmthiere); III. Wirbelthier-Ahnen (9.—14. niedere, 15.—22. höhere Wirbelthier-Ahnen). Die chronologische, mehr oder minder wahrscheinliche Vertheilung derselben auf die verschiedenen Haupt-Perioden der Erdgeschichte stellen wir in folgender Uebersicht nochmals zusammen. (Vergl. Cap. XV—XIX meiner „Anthropogenie", III. Aufl. 1877.)

Ahnenreihe des menschlichen Stammbaums.

MN. = Grenze zwischen den wirbellosen Ahnen und den Wirbelthier-Ahnen.

Zeitalter der organischen Erdgeschichte	Geologische Perioden der organischen Erdgeschichte	Thierische Ahnenstufen des Menschen	Lebende nächste Verwandte der Ahnenstufen
I. Archolithische oder Primordial-Zeit	1. Laurentische Periode 2. Cambrische Periode 3. Silurische Periode (Vergl. S. 352 und Taf. XIV nebst Erklärung)	1. Moneren (Monera)	Protogenes Protamoeba
		2. Einzellige Urthiere	Einfache Amoeben (Autamoebae)
		3. Vielzellige Moräaden	Maulbeerkeime (Morula)
		4. Hohlkugeln (Blastaeada)	Blastula-Larven (Blasenkeime)
		5. Urdarmthiere (Gastraeada)	Gastrula-Larven (Becherkeime)
		6. Urwürmer (Archelminthes)	Strudelwürmer Räderthiere
		7. Weichwürmer (Scolecida)	Eichelwurm Balanoglossus
		8. Chordathiere (Chordonia)	Seescheiden (Ascidiae)
		M - N	
		9. Schädellose (Acrania)	Lanzetthiere (Amphioxi)
		10. Unpaarnasen (Monorhina)	Lampreten (Petromyzontes)
		11. Urfische (Selachii)	Haifische (Squalacei)
II. Palaeolithische oder Primär-Zeit	4. Devon-Periode 5. Steinkohlen-Periode 6. Permische Periode	12. Lurchfische (Dipneusta)	Molchfische (Protoptera)
		13. Kiemenlurche (Sozobranchia)	Olm (Proteus) Axolotl (Siredon)
		14. Schwanzlurche (Sozura)	Wassermolche (Tritones)
		15. Uramnioten (Protamnia)	Eidechsen Autosauria
III. Mesolithische oder Secundär-Zeit	7. Trias-Periode 8. Jura-Periode 9. Kreide-Periode	16. Ursäuger (Promammalia)	Schnabelthiere (Monotrema)
		17. Beutelthiere (Marsupialia)	Beutelratten (Didelphyes)
IV. Caenolithische oder Tertiär-Zeit	10. Eocaen-Periode 11. Miocaen-Periode 12. Pliocaen-Periode	18. Halbaffen (Prosimiae)	Lori (Stenops) Maki (Lemur)
		19. Geschwänzte Catarbinen	Nasenaffen, Schlankaffen
		20. Menschenaffen oder schwanzlose Catarhinen	Gorilla, Schimpanse, Orang, Gibbon
		21. Sprachlose Menschen oder Affenmenschen	Stumme, Kretinen und Microcephalen
V. Quartär-Zeit	13. Diluvial-Periode 14. Alluvial-Periode	22. Sprechende Menschen	Australier und Papuas

Dreiundzwanzigster Vortrag.

Wanderung und Verbreitung des Menschengeschlechts. Menschenarten und Menschenrassen.

Alter des Menschengeschlechts. Ursachen der Entstehung desselben. Der Ursprung der menschlichen Sprache. Einstämmiger (monophyletischer) und vielstämmiger (polyphyletischer) Ursprung des Menschengeschlechts. Abstammung der Menschen von vielen Paaren. Classification der Menschenrassen. System der zwölf Menschenarten. Wollhaarige Menschen oder Ulotrichen. Büschelhaarige (Papuas, Hottentotten). Bließhaarige (Kaffern, Neger). Schlichthaarige Menschen oder Lissotrichen. Straffhaarige (Australier, Malayen, Mongolen, Arktiker, Amerikaner). Lockenhaarige (Dravidas, Nubier, Mittelländer). Bevölkerungszahlen. Urheimath des Menschen (Südasien oder Lemurien). Beschaffenheit des Urmenschen. Zahl der Ursprachen (Monoglottonen und Polyglottonen). Divergenz und Wanderung des Menschengeschlechts. Geographische Verbreitung der Menschenarten.

Meine Herren! Der reiche Schatz von Kenntnissen, welchen wir in der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere besitzen, gestattet uns schon jetzt, die wichtigsten Grundzüge des menschlichen Stammbaums in der Weise festzustellen, wie es in den letzten Vorträgen geschehen ist. Dessen ungeachtet dürfen Sie aber nicht erwarten, die menschliche Stammesgeschichte oder Phylogenie, die fortan die tiefste Grundlage der Anthropologie und somit auch aller anderen Wissenschaften bilden wird, in allen Einzelheiten jetzt schon befriedigend übersehen zu können. Vielmehr muß der Ausbau dieser wichtigsten Wissenschaft, zu der wir nun den ersten Grund legen

können, den genaueren und eingehenderen Forschungen der Zukunft vorbehalten bleiben. Das gilt auch von denjenigen speciellen Verhältnissen der menschlichen Phylogenie, auf welche wir jetzt schließlich noch einen flüchtigen Blick werfen wollen, nämlich von den Fragen nach Zeit und Ort der Entstehung des Menschengeschlechts, sowie der verschiedenen Arten und Rassen, in welche sich dasselbe differenzirt hat.

Was zunächst den Zeitraum der Erdgeschichte betrifft, innerhalb dessen langsam und allmählich die Umbildung der menschenähnlichsten Affen zu den affenähnlichsten Menschen statt fand, so läßt sich dieser natürlich nicht nach Jahren, auch nicht nach Jahrhunderten bestimmen. Nur das können wir aus den, in den letzten Vorträgen angeführten Gründen mit voller Sicherheit behaupten, daß der Mensch jedenfalls von placentalen Säugethieren abstammt. Da aber von diesen Placentalthieren versteinerte Reste nur in den tertiären Gesteinen gefunden werden, so kann auch das Menschengeschlecht frühestens innerhalb der Tertiärzeit aus den vervollkommneten Menschenaffen sich entwickelt haben. Das Wahrscheinlichste ist, daß dieser wichtigste Vorgang in der irdischen Schöpfungsgeschichte gegen Ende der Tertiärzeit stattfand, also in der pliocaenen, vielleicht schon in der miocaenen Periode, vielleicht aber auch erst im Beginn der Diluvialzeit. Jedenfalls lebte der Mensch als solcher in Mitteleuropa schon während der Diluvialzeit, gleichzeitig mit vielen großen, längst ausgestorbenen Säugethieren, namentlich dem diluvialen Elephanten oder Mammuth (Elephas primigenius), dem wollhaarigen Nashorn (Rhinoceros tichorhinus), dem Riesenhirsch (Cervus euryceros), dem Höhlenbär (Ursus spelaeus), der Höhlenhyäne (Hyaena spelaea), dem Höhlentiger (Felis spelaea) ꝛc. Die Resultate, welche die neuere Geologie und Archäologie über diesen fossilen Menschen der Diluvialzeit und seine thierischen Zeitgenossen an das Licht gefördert hat, sind vom höchsten Interesse. Da aber eine eingehende Betrachtung derselben den uns gesteckten Raum bei weitem überschreiten würde, so begnüge ich mich hier damit, ihre hohe Bedeutung im Allgemeinen hervorzuheben, und verweise Sie bezüglich des Besonderen auf die

zahlreichen Schriften, welche in neuester Zeit über die Urgeschichte des Menschen erschienen sind, namentlich auf die vortrefflichen Werke von Charles Lyell[40]), Carl Vogt[27]), Friedrich Rolle[28]), John Lubbock[44]), L. Büchner[43]) u. s. w.

Die zahlreichen interessanten Entdeckungen, mit denen uns diese ausgedehnten Untersuchungen der letzten Jahre über die Urgeschichte des Menschengeschlechts beschenkt haben, stellen die wichtige (auch aus vielen anderen Gründen schon längst wahrscheinliche) Thatsache außer Zweifel, daß die Existenz des Menschengeschlechts als solchen jedenfalls auf mehr als zwanzigtausend Jahre zurückgeht. Wahrscheinlich sind aber seitdem mehr als hunderttausend Jahre, vielleicht viele Hunderte von Jahrtausenden verflossen, und es muß im Gegensatz dazu sehr komisch erscheinen, wenn noch heute unsere Kalender die „Erschaffung der Welt nach Calvisius" vor 5825 Jahren geschehen lassen.

Mögen Sie nun den Zeitraum, während dessen das Menschengeschlecht bereits als solches existirte und sich über die Erde verbreitete, auf zwanzigtausend, oder auf hunderttausend, oder auf viele hunderttausend Jahre anschlagen, jedenfalls ist derselbe verschwindend gering gegen die unfaßbare Länge der Zeiträume, welche für die stufenweise Entwickelung der langen Ahnenkette des Menschen erforderlich waren. Das geht schon hervor aus der sehr geringen Dicke, welche alle diluvialen Ablagerungen im Verhältniß zu den tertiären, und diese wiederum im Verhältniß zu den vorhergegangenen besitzen (vergl. S. 352). Aber auch die unendlich lange Reihe der schrittweise sich langsam entwickelnden Thiergestalten, von dem einfachsten Moner bis zum Amphioxus, von diesem bis zum Urfisch, vom Urfisch bis zum ersten Säugethiere und von diesem wiederum bis zum Menschen, erheischt zu ihrer historischen Entwickelung eine Reihenfolge von Zeiträumen, die wahrscheinlich viele Millionen von Jahrtausenden umfassen (vergl. S. 115).

Diejenigen Entwickelungsvorgänge, welche zunächst die Entstehung der affenähnlichsten Menschen aus den menschenähnlichsten Affen veranlaßten, sind in zwei Anpassungsthätigkeiten der letzteren zu suchen,

welche vor allen anderen die Hebel zur Menschwerdung waren: der aufrechte Gang und die gegliederte Sprache. Diese beiden physiologischen Functionen entstanden nothwendig zugleich mit zwei entsprechenden morphologischen Umbildungen, mit denen sie in der engsten Wechselwirkung stehen, nämlich Differenzirung der beiden Gliedmaßenpaare und Differenzirung des Kehlkopfs. Die wichtige Vervollkommnung dieser Organe und ihrer Functionen mußte aber drittens nothwendig auf die Differenzirung des Gehirns und der davon abhängigen Seelenthätigkeiten mächtig zurückwirken, und damit war der Weg für die unendliche Laufbahn eröffnet, in welcher sich seitdem der Mensch fortschreitend entwickelt, und seine thierischen Vorfahren so weit überflügelt hat.

Als den ersten und ältesten Fortschritt von diesen drei mächtigen Entwickelungsbewegungen des menschlichen Organismus haben wir wohl die höhere Differenzirung und Vervollkommnung der Extremitäten hervorzuheben, welche durch die Gewöhnung an den aufrechten Gang herbeigeführt wurde. Indem die Vorderfüße immer ausschließlicher die Function des Greifens und Betastens, die Hinterfüße dagegen immer ausschließlicher die Function des Auftretens und Gehens übernahmen und beibehielten, bildete sich jener Gegensatz zwischen Hand und Fuß aus, welcher zwar dem Menschen nicht ausschließlich eigenthümlich, aber doch viel stärker bei ihm entwickelt ist, als bei den menschenähnlichsten Affen. Diese Differenzirung der vorderen und hinteren Extremität war aber nicht allein für ihre eigene Ausbildung und Vervollkommnung höchst vortheilhaft, sondern sie hatte zugleich eine ganze Reihe von sehr wichtigen Veränderungen in der übrigen Körperbildung im Gefolge. Die ganze Wirbelsäule, namentlich aber Beckengürtel und Schultergürtel, sowie die dazu gehörige Muskulatur, erlitten dadurch diejenigen Umbildungen, durch welche sich der menschliche Körper von demjenigen der menschenähnlichsten Affen unterscheidet. Wahrscheinlich vollzogen sich diese Umbildungen schon lange vor Entstehung der gegliederten Sprache, und es existirte das Menschengeschlecht schon geraume Zeit mit sei-

nem aufrechten Gange und der dadurch herbeigeführten charakteristischen menschlichen Körperform, ehe sich die eigentliche Ausbildung der menschlichen Sprache und damit der zweite und wichtigere Theil der Menschwerdung vollzog. Wir können daher wohl mit Recht als eine besondere (21ste) Stufe unserer menschlichen Ahnenreihe den sprachlosen Menschen (Alalus) oder Affenmenschen (Pithecanthropus) unterscheiden, welcher zwar körperlich dem Menschen in allen wesentlichen Merkmalen schon gleichgebildet, aber noch ohne den Besitz der gegliederten Wortsprache war.

Die Entstehung der gegliederten Wortsprache, und die damit verbundene höhere Differenzirung und Vervollkommnung des Kehlkopfs haben wir erst als die spätere, zweite und wichtigste Stufe in dem Entwickelungsvorgang der Menschwerdung zu betrachten. Sie war es ohne Zweifel, welche vor allem die tiefe Kluft zwischen Mensch und Thier schaffen half, und welche zunächst auch die bedeutendsten Fortschritte in der Seelenthätigkeit und der damit verbundenen Vervollkommnung des Gehirns veranlaßte. Allerdings existirt eine Sprache als Mittheilung von Empfindungen, Bestrebungen und Gedanken auch bei sehr vielen Thieren, theils als Gebärdensprache oder Zeichensprache, theils als Tastsprache oder Berührungssprache, theils als Lautsprache oder Tonsprache. Allein eine wirkliche Wortsprache oder Begriffssprache, eine sogenannte „gegliederte oder articulirte" Sprache, welche die Laute durch Abstraction zu Worten umbildet und die Worte zu Sätzen verbindet, ist, so viel wir wissen, ausschließliches Eigenthum des Menschen.

Mehr als alles Andere mußte die Entstehung der menschlichen Sprache veredelnd und umbildend auf das menschliche Seelenleben und somit auf das Gehirn einwirken. Die höhere Differenzirung und Vervollkommnung des Gehirns, und des Geisteslebens als der höchsten Function des Gehirns, entwickelte sich in unmittelbarer Wechselwirkung mit seiner Aeußerung durch die Sprache. Daher konnten die bedeutendsten Vertreter der vergleichenden Sprachforschung in der Entwickelung der menschlichen Sprache

mit Recht den wichtigsten Scheidungsproceß des Menschen von seinen thierischen Vorfahren erblicken. Dies hat namentlich August Schleicher in seinem Schriftchen „Ueber die Bedeutung der Sprache für die Naturgeschichte des Menschen" hervorgehoben [4]). In diesem Verhältniß ist einer der engsten Berührungspunkte zwischen der vergleichenden Zoologie und der vergleichenden Sprachkunde gegeben, und hier stellt die Entwickelungstheorie für die letztere die Aufgabe, den Ursprung der Sprache Schritt für Schritt zu verfolgen. Diese eben so interessante als wichtige Aufgabe ist in neuester Zeit von mehreren Seiten mit Glück in Angriff genommen worden, so insbesondere von Lazarus Geiger und Wilhelm Bleek [5]), welcher seit vielen Jahren in Südafrika mit dem Studium der Sprachen der niedersten Menschenrassen beschäftigt und dadurch besonders zur Lösung dieser Frage befähigt war. Wie sich die verschiedenen Sprachformen, gleich allen anderen organischen Formen und Functionen, durch den Proceß der natürlichen Züchtung entwickelt, und in viele Arten und Abarten zersplittert haben, hat vorzüglich August Schleicher der Selectionstheorie entsprechend erörtert [6]).

Den Proceß der Sprachbildung selbst hier weiter zu verfolgen, haben wir keinen Raum, und ich verweise Sie in dieser Beziehung namentlich auf die wichtige, eben erwähnte Schrift von Wilhelm Bleek „über den Ursprung der Sprache" [3]). Dieser ausgezeichnete Sprachforscher sprach in einem an mich gerichteten Briefe die Ansicht aus, daß alle verschiedenen menschlichen Sprachen einen einheitlichen oder monphyletischen Ursprung haben. „Sie alle besitzen wahre Pronomina und die davon abhängende Eintheilung der Redetheile. Nun aber zeigt die Geschichte der Sprachentwickelung uns klar, wie der Besitz der wahren Pronomina durch Anpassung erworben ist, und dies in einer Weise, die unmöglich mehr als einmal stattgefunden haben kann." Dagegen sind andere berühmte Sprachforscher der Ansicht, daß die menschliche Sprache einen vielheitlichen oder polyphyletischen Ursprung hat. So behauptet namentlich Schleicher, eine der ersten Autoritäten auf diesem Gebiete,

daß „schon die ersten Anfänge der Sprache, im Laute sowohl als nach den Begriffen und Anschauungen, welche lautlich reflectirt wurden, und ferner nach ihrer Entwickelungsfähigkeit, verschieden gewesen sein müssen. Denn es ist positiv unmöglich, alle Sprachen auf eine und dieselbe Ursprache zurückzuführen. Vielmehr ergeben sich der vorurtheilsfreien Forschung so viele Ursprachen, als sich Sprachstämme unterscheiden lassen“ [34]). Eben so nehmen auch Friedrich Müller[42]) und andere bedeutende Linguisten eine selbstständige und unabhängige Entstehung der Sprachstämme und ihrer Ursprachen an. Bekanntlich entsprechen aber die Grenzen dieser Sprachstämme und ihrer Verzweigungen keineswegs immer den Grenzen der verschiedenen Menschenarten oder sogenannten „Rassen“, welche wir auf Grund körperlicher Charaktere im Menschengeschlecht unterscheiden. Hierin, sowie in den verwickelten Verhältnissen der Rassenmischung und der vielfältigen Bastardbildung, liegt die große Schwierigkeit, welche die weitere Verfolgung des menschlichen Stammbaums in seine einzelnen Zweige, die Arten, Rassen, Abarten u. s. w., darbietet.

Trotz dieser großen und bedenklichen Schwierigkeiten können wir nicht umhin, hier noch einen flüchtigen Blick auf diese weitere Verzweigung des menschlichen Stammbaums zu werfen und dabei die viel besprochene Frage vom einheitlichen oder vielheitlichen Ursprung des Menschengeschlechts, seinen Arten oder Rassen, vom Standpunkte der Descendenztheorie aus zu beleuchten. Bekanntlich stehen sich in dieser Frage seit langer Zeit zwei große Parteien gegenüber, die Monophyleten und Polyphyleten. Die Monophyleten (oder Monogenisten) behaupten den einheitlichen Ursprung und die Blutsverwandtschaft aller Menschenarten. Die Polyphyleten (oder Polygenisten) dagegen sind der Ansicht, daß die verschiedenen Menschenarten oder Rassen selbstständigen Ursprungs sind. Nach den vorhergehenden genealogischen Untersuchungen kann es Ihnen nicht zweifelhaft sein, daß im weiteren Sinne jedenfalls die monophyletische Ansicht die richtige ist. Denn vorausgesetzt auch, daß die Umbildung menschenähnlicher Affen zu Menschen mehrmals stattgefunden hätte, so

würden doch jene Affen selbst durch den einheitlichen Stammbaum der ganzen Affenordnung wiederum zusammenhängen. Es könnte sich daher immer nur um einen näheren oder entfernteren Grad der eigentlichen Blutsverwandtschaft handeln. Im engeren Sinne könnte dagegen die polyphyletische Anschauung insofern Recht behalten, als die verschiedenen Ursprachen sich vielleicht ganz unabhängig von einander entwickelt haben. Wenn man also die Entstehung der gegliederten Wortsprache als den eigentlichen Hauptakt der Menschwerdung ansieht, wenn man ferner einen vielheitlichen Ursprung der Sprache annimmt und wenn man zugleich die Arten des Menschengeschlechts nach ihrem Sprachstamme unterscheiden will, so könnte man sagen, daß die verschiedenen Menschenarten unabhängig von einander entstanden seien, indem verschiedene Zweige der aus den Affen unmittelbar entstandenen sprachlosen Urmenschen sich selbstständig ihre Ursprachen bildeten. Immerhin würden natürlich auch diese an ihre Wurzel entweder weiter oben oder tiefer unten wieder zusammenhängen und also doch schließlich alle von einem gemeinsamen Urstamme abzuleiten sein.

Wenn wir nun an dieser letzteren Ueberzeugung allerdings festhalten, und wenn wir aus vielen Gründen der Ansicht sind, daß die verschiedenen Species der Urmenschen alle von einer gemeinsamen Affenmenschen-Form abstammen, so wollen wir damit natürlich nicht sagen, daß „alle Menschen von einem Paare abstammen". Diese letztere Annahme, welche unsere moderne indogermanische Bildung aus dem semitischen Mythus der mosaischen Schöpfungsgeschichte herübergenommen hat, ist auf keinen Fall haltbar. Der ganze berühmte Streit, ob das Menschengeschlecht von einem Paar abstammt oder nicht, beruht auf einer vollkommen falschen Fragestellung. Er ist ebenso sinnlos, wie der Streit, ob alle Jagdhunde oder alle Rennpferde von einem Paare abstammen. Mit demselben Rechte könnte man fragen, ob alle Deutschen oder alle Engländer „von einem Paare abstammen" u. s. w. Ein „erstes Menschenpaar" oder ein „erster Mensch" hat überhaupt niemals existirt, so wenig es jemals ein

erſtes Paar oder ein erſtes Individuum von Engländern, Deutſchen, Rennpferden oder Jagdhunden gegeben hat. Immer erfolgt natürlich die Entſtehung einer neuen Art aus einer beſtehenden Art in der Weiſe, daß eine lange Kette von vielen verſchiedenen Individuen an dem langſamen Umbildungsproceß betheiligt iſt. Angenommen, daß wir alle die verſchiedenen Paare von Menſchenaffen und Affenmenſchen neben einander vor uns hätten, die zu den wahren Vorfahren des Menſchengeſchlechts gehören, ſo würde es doch ganz unmöglich ſein, ohne die größte Willkür eines von dieſen Affenmenſchen-Paaren als „das erſte Paar" zu bezeichnen. Ebenſowenig kann man auch jede der zwölf Menſchenraſſen oder Species, die wir ſogleich betrachten wollen, von einem „erſten Paare", ableiten.

Die Schwierigkeiten, denen wir bei der Claſſification der verſchiedenen Menſchenraſſen oder Menſchenarten begegnen, ſind ganz dieſelben, welche uns die Syſtematik der Thier- und Pflanzenarten bereitet. Hier wie dort ſind die ſcheinbar ganz verſchiedenen Formen doch meiſtens durch eine Kette von vermittelnden Uebergangsformen mit einander verknüpft. Hier wie dort kann der Streit, was Art oder Species, und was Raſſe oder Varietät iſt, niemals entſchieden werden. Bekanntlich nahm man ſeit Blumenbach an, daß das Menſchengeſchlecht in fünf Raſſen oder Varietäten zerfalle, nämlich: 1) die äthiopiſche oder ſchwarze Raſſe (afrikaniſche Neger); 2) die malayiſche oder braune Raſſe (Malayen, Polyneſier und Auſtralier); 3) die mongoliſche oder gelbe Raſſe (die Hauptbevölkerung Aſiens und die Eskimos Nordamerikas); 4) die amerikaniſche oder rothe Raſſe (die Ureinwohner Amerikas); und 5) die kaukaſiſche oder weiße Raſſe (Europäer, Nordafrikaner und Südweſt-Aſiaten). Dieſe fünf Menſchenraſſen ſollten alle, der jüdiſchen Schöpfungsſage entſprechend, „von einem Paare", Adam und Eva, abſtammen, und demgemäß nur Varietäten einer Art oder Species ſein. Indeſſen kann bei unbefangener Vergleichung kein Zweifel darüber exiſtiren, daß die Unterſchiede dieſer fünf Raſſen eben ſo groß und noch größer ſind, als die „ſpecifiſchen Unterſchiede", auf deren Grund die Zoologen und

Botaniker anerkannt gute Thier- und Pflanzenarten („bonae species") unterscheiden. Mit Recht behauptet daher der treffliche Paläontologe Quenstedt: „Wenn Neger und Kaukasier Schnecken wären, so würden die Zoologen mit allgemeiner Uebereinstimmung sie für zwei ganz vortreffliche Species ausgeben, die nimmermehr durch allmähliche Abweichung von einem Paare entstanden sein könnten."

Die Merkmale, durch welche man gewöhnlich die Menschenrassen unterscheidet, sind theils der Haarbildung, theils der Hautfarbe, theils der Schädelbildung entnommen. In letzterer Beziehung unterscheidet man als zwei extreme Formen Langköpfe und Kurzköpfe. Bei den Langköpfen (Dolichocephali), deren stärkste Ausbildung sich bei den Negern und Australiern findet, ist der Schädel langgestreckt, schmal, von rechts nach links zusammengedrückt. Bei den Kurzköpfen (Brachycephali) dagegen ist der Schädel umgekehrt von vorn nach hinten zusammengedrückt, kurz und breit, wie es namentlich bei den Mongolen in die Augen springt. Die zwischen beiden Extremen in der Mitte stehenden Mittelköpfe (Mesocephali) sind namentlich bei den Amerikanern vorherrschend. In jeder dieser drei Gruppen kommen Schiefzähnige (Prognathi) vor, bei denen die Kiefer, wie bei der thierischen Schnauze, stark vorspringen und die Vorderzähne daher schief nach vorn gerichtet sind, und Gradzähnige (Orthognathi), bei denen die Kiefer wenig vorspringen und die Vorderzähne senkrecht stehen. Man hat in den letzten zwanzig Jahren sehr viel Mühe und Zeit an die genaueste Untersuchung und Messung der Schädelformen gewendet, ohne daß diese durch entsprechende Resultate belohnt worden wäre. Denn innerhalb einer einzigen Species, wie z. B. der mittelländischen, kann die Schädelform so variiren, daß man in derselben extreme Gegensätze findet. Viel bessere Anhaltpunkte für die Classification der menschlichen Species liefert die Beschaffenheit der Behaarung und der Sprache, weil diese sich viel strenger als die Schädelform vererben.

Insbesondere scheint die vergleichende Sprachforschung hier maßgebend zu werden. In der neuesten vortrefflichen Bearbei-

tung der Menſchenraſſen, welcher der Wiener Sprachforſcher Friedrich Müller in ſeiner ausgezeichneten Ethnographie[11]) gegeben hat, iſt die Sprache mit Recht in den Vordergrund geſtellt. Demnächſt iſt die Beſchaffenheit des Kopfhaares von großer Bedeutung. Obwohl an ſich allerdings ein untergeordneter morphologiſcher Charakter, ſcheint ſie ſich dennoch ziemlich ſtreng innerhalb der Raſſe zu vererben. Von den zwölf Menſchen-Species, die wir unterſcheiden (S. 628), zeichnen ſich die vier niederen Arten durch die wollige Beſchaffenheit der Kopfhaare aus; jedes Haar iſt bandartig abgeplattet und erſcheint daher auf dem Querſchnitt länglich rund. Wir können dieſe vier Arten von Wollhaarigen (Ulotriches) in zwei Gruppen bringen, in Büſchelhaarige und Vließhaarige. Bei den Büſchelhaarigen (Lophocomi), den Papuas und Hottentotten, wachſen die Kopfhaare, ungleichmäßig vertheilt, in kleinen Büſcheln. Bei den Vließhaarigen (Eriocomi) dagegen, den Kaffern und Negern, ſind die Wollhaare gleichmäßig über die ganze Kopfhaut vertheilt. Alle Ulotrichen oder Wollhaarigen ſind ſchiefzähnig und langköpfig. Die Farbe der Haut, des Haares und der Augen iſt ſtets ſehr dunkel. Alle ſind Bewohner der ſüdlichen Erdhälfte; nur in Afrika überſchreiten ſie den Aequator. Im Allgemeinen ſtehen ſie auf einer viel tieferen Entwickelungsſtufe und den Affen viel näher, als die meiſten Liſſotrichen oder Schlichthaarigen. Einer wahren inneren Cultur und einer höheren geiſtigen Durchbildung ſind die Ulotrichen unfähig, auch unter ſo günſtigen Anpaſſungsbedingungen, wie ſie ihnen jetzt in den vereinigten Staaten Nordamerikas geboten werden. Kein kraushaariges Volk hat jemals eine bedeutende „Geſchichte“ gehabt.

Bei den acht höheren Menſchenraſſen, die wir als Schlichthaarige (Lissotriches) zuſammenfaſſen, iſt das Kopfhaar niemals eigentlich wollig, auch wenn es bei einzelnen Individuen ſich ſtark kräuſelt. Jedes einzelne Haar iſt nämlich cylindriſch (nicht bandförmig) und daher auf dem Querſchnitt kreisrund (nicht länglich rund).

Auch die acht liſſotrichen Species können wir auf zwei Gruppen vertheilen: Straffhaarige und Lockenhaarige. Zu den Straffhaari-

gen (Euthycomi), bei denen das Kopfhaar ganz glatt und straff, nicht gekräuselt ist, gehören die Australier, Malayen, Mongolen, Arktiker und Amerikaner. Zu den Lockenhaarigen (Euplocami) dagegen, bei denen das Kopfhaar mehr oder weniger lockig und auch der Bart mehr als bei allen anderen Arten entwickelt ist, gehören die Dravidas, Nubier und Mittelländer. (Vergl. Taf. XV am Ende.)

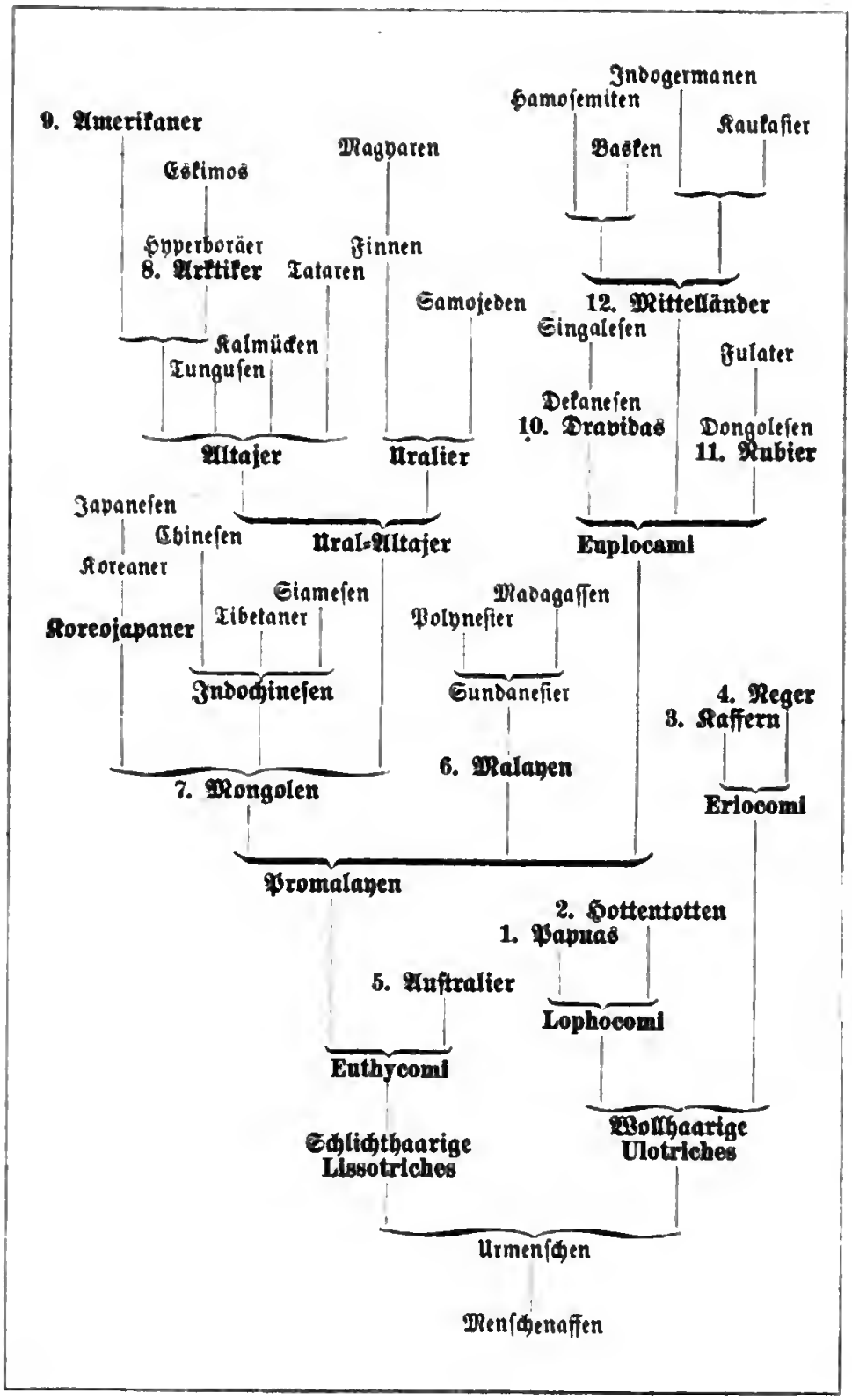
Bevor wir nun den Versuch wagen, die phyletische Divergenz des Menschengeschlechts und den genealogischen Zusammenhang seiner verschiedenen Arten hypothetisch zu beleuchten, wollen wir eine kurze Schilderung der zwölf genannten Species und ihrer Verbreitung vorausschicken. Um die geographische Verbreitung derselben klar zu übersehen, müssen wir uns um drei oder vier Jahrhunderte zurückversetzen, in die Zeit, wo die indische Inselwelt und Amerika eben erst entdeckt war, und wo die gegenwärtige vielfache Mischung der Species, insbesondere die Ueberfluthung durch die indogermanische Rasse, noch nicht so vorgeschritten war. Wir beginnen, von den niedersten Stufen aufsteigend, mit den wollhaarigen Menschen (Ulotriches), welche sämmtlich prognathe Dolichocephalen sind.

Unter den jetzt noch lebenden Menschenarten steht der ursprünglichen Stammform der wollhaarigen Menschen am nächsten vielleicht der Papua (Homo papua). Diese Species bewohnt gegenwärtig nur noch die große Insel Neuguinea und den östlich davon gelegenen Archipel von Melanesien (die Salomons-Inseln, Neu-Kaledonien, die neuen Hebriden u. s. w.). Zerstreute Reste derselben finden sich aber auch noch im Innern der Halbinsel Malacca, sowie auf vielen anderen Inseln des großen pacifischen Archipels; meistens in den unzugänglichen gebirgigen Theilen des Innern, so namentlich auf den Philippinen. Auch die kürzlich ausgestorbenen Tasmanier oder die Bevölkerung von Vandiemsland gehörte zu dieser Art. Aus diesen und anderen Umständen geht hervor, daß die Papuas früher einen viel weiteren Verbreitungsbezirk im Südosten Asiens besaßen. Sie wurden aus diesem durch die Malayen verdrängt, und nach Osten fortgeschoben. Alle Papuas sind von schwarzer Hautfarbe.

Syſtematiſche Ueberſicht

der 12 Menſchen-Arten und ihrer 36 Raſſen. (Vergl. Taf. XV.)

Species	Raſſe	Heimath	Einwanderung von
1. Papua Homo papua	1. Negritos	Malacca, Philippinen	Weſten
	2. Neuguineer	Neuguinea	Weſten
	3. Melaneſier	Melaneſien	Nordweſten
	4. Tasmanier	Vandiemensland	Nordoſten
2. Hottentotte H. hottentottus	5. Hottentotten	Capland	Nordoſten
	6. Buſchmänner	Capland	Nordoſten
3. Kaffer Homo cafer	7. Zulukaffern	Oeſtliches Südafrika	Norden
	8. Beſchuanen	Centrales Südafrika	Nordoſten
	9. Congokaffern	Weſtliches Südafrika	Oſten
4. Neger Homo niger	10. Tibu-Neger	Tibu-Land	Südoſten
	11. Sudan-Neger	Sudan	Oſten
	12. Senegambier	Senegambien	Oſten
	13. Nigritier	Nigritien	Oſten
5. Auſtralier H. australis	14. Nordauſtralier	Nordauſtralien	Norden
	15. Südauſtralier	Südauſtralien	Norden
6. Malaye Homo malayus	16. Sundaneſier	Sunda-Archipel	Weſten
	17. Polyneſier	Pacifiſcher Archipel	Weſten
	18. Madagaſſen	Madagascar	Oſten
7. Mongole Homo mongolus	19. Indochineſen	Tibet, China	Süden
	20. Coreo-Japaner	Corea, Japan	Südweſten
	21. Altajer	Mittelaſien, Nordaſien	Süden
	22. Uraller	Nordweſtaſien, Nordeuropa, Ungarn	Südoſten
8. Arktiker H. arcticus	23. Hyperboräer	Nordöſtlichſtes Aſien	Südweſten
	24. Eskimos	Nördlichſtes Amerika	Weſten
9. Amerikaner Homo americanus	25. Nordamerikaner	Nordamerika	Nordweſten
	26. Mittelamerikaner	Mittelamerika	Norden
	27. Südamerikaner	Südamerika	Norden
	28. Patagonier	Südlichſtes Amerika	Norden
10. Dravidas H. dravida	29. Dekaneſen	Vorder-Indien	Oſten?
	30. Singaleſen	Ceylon	Norden?
11. Nubier H. nuba	31. Dongoleſen	Nubien	Oſten
	32. Fulater	Fula-Land (Mittelafrika)	Oſten
12. Mittelländer Homo mediterraneus	33 Kaukaſier	Kaukaſus	Südoſten
	34. Basken	Nördlichſtes Spanien	Süden?
	35. Hamoſemiten	Arabien, Nordafrika ꝛc.	Oſten
	36. Indogermanen	Südweſtaſien, Europa ꝛc.	Südoſten


Indogermanen
Hamoſemiten
9. Amerikaner
Kaukaſier
Magyaren
Basken
Eskimos
Hyperboräer
Finnen
8. Arktiker
Tataren
Samojeden
12. Mittelländer
Singaleſen
Kalmücken
Fulater
Tunguſen
Dekaneſen
10. Dravidas
Dongoleſen
11. Nubier
Altajer
Uralier
Japaneſen
Chineſen
Ural-Altajer
Euplocami
Koreaner
Siameſen
Madagaſſen
Tibetaner
Polyneſier
Koreojapaner
Indochineſen
Sundaneſier
4. Neger
3. Kaffern
6. Malayen
7. Mongolen
Erlocomi
Promalayen
2. Hottentotten
1. Papuas
5. Auſtralier
Lophocomi
Euthycomi
Wollhaarige
Ulotriches
Schlichthaarige
Liſſotriches
Urmenſchen
Menſchenaffen

Bald ſpielt dieſe mehr in das Bräunliche, bald mehr in das Bläuliche. Die krauſen Haare wachſen in Büſcheln, ſind ſpiralig gewunden, und oft über einen Fuß lang, ſo daß ſie eine mächtige, weit abſtehende wollige Perücke bilden. Das Geſicht zeigt unter einer ſchmalen, eingedrückten Stirn eine große aufgeſtülpte Naſe, und dicke, aufgeworfene Lippen. Durch ihre eigenthümliche Haarbildung und Sprache unterſcheiden ſich die Papuas von ihren ſchlichthaarigen Nachbarn, ſowohl von den Malayen, als von den Auſtraliern ſo weſentlich, daß man ſie als eine ganz beſondere Species betrachten muß.

Den Papuas durch den büſcheligen Haarwuchs nahe verwandt, obwohl räumlich weit von ihnen geſchieden, ſind die Hottentotten (Homo hottentottus). Sie bewohnen ausſchließlich das ſüdlichſte Afrika, das Kapland und die nächſtangrenzenden Theile, und ſind hier von Nordoſten her eingewandert. Gleich ihren Stammesgenoſſen, den Papuas, nahmen auch die Hottentotten früher einen viel größeren Raum (wahrſcheinlich das ganze öſtliche Afrika) ein und gehen jetzt ihrem Ausſterben entgegen. Außer den eigentlichen Hottentotten, von denen jetzt nur noch die beiden Stämme der Koraka (im öſtlichen Kapland) und der Namaka (im weſtlichen Kapland) exiſtiren, gehören hierher auch die Buſchmänner (im gebirgigen Innern des Kaplandes). Bei allen dieſen Hottentotten wächſt das krauſe Haar ebenſo in Büſcheln, wie bei den Papuas, ähnlich einer Bürſte. Beide Species ſtimmen auch darin überein, daß ſich im Geſäß des weiblichen Geſchlechts eine beſondere Neigung zur Anhäufung großer Fettmaſſen zeigt (Steatopygie). Die Hautfarbe der Hottentotten iſt aber viel heller, gelblich braun. Das ſehr platte Geſicht zeichnet ſich durch kleine Stirn und Naſe, aber große Naſenlöcher aus. Der Mund iſt ſehr breit, mit großen Lippen, das Kinn ſchmal und ſpitz. Die Sprache iſt durch viele ganz eigenthümliche Schnalzlaute ausgezeichnet. Die Verwandtſchaft der Hottentotten und Papuas bedarf noch näherer Begründung.

Die nächſten Nachbarn und Verwandten der Hottentotten ſind die Kaffern (Homo cafer). Dieſe kraushaarige Menſchenart unter-

ſcheidet ſich jedoch von den Hottentotten und Papuas dadurch, daß das wollige Haar nicht büſchelweiſe vertheilt iſt, ſondern als dichtes Vließ den Kopf bedeckt (wie bei den Negern). Doch iſt dieſer Unterſchied nicht ſtreng durchgreifend. Die Farbe der Haut durchläuft alle Abſtufungen von dem gelblichen Braun der Hottentotten bis zu dem Braunſchwarz oder reinen Schwarz des echten Negers. Während man früher der Kaffernraſſe einen ſehr engen Verbreitungsbezirk anwies und ſie meiſt nur als eine Varietät des echten Negers betrachtete, zählt man dagegen jetzt zu dieſer Species faſt die geſammte Bevölkerung des äquatorialen Afrika von 20 Grad ſüdlicher bis 4 Grad nördlicher Breite, mithin alle Südafrikaner mit Ausſchluß der Hottentotten. Insbeſondere gehören dahin an der Oſtküſte die Zulu-, Zambeſi- und Moſambik-Völker, im Inneren die große Völkerfamilie der Beſchuanen oder Setſchuanen, und an der Weſtküſte die Herrero- und Congo-Stämme. Auch ſie ſind, wie die Hottentotten, von Nordoſten her eingewandert. Von den Negern, mit denen man die Kaffern gewöhnlich vereinigte, unterſcheiden ſie ſich ſehr weſentlich durch die Schädelbildung und die Sprache. Das Geſicht iſt lang und ſchmal, die Stirn hoch und gewölbt, die Naſe vorſpringend, oft gebogen, die Lippen nicht ſo ſtark aufgeworfen und das Kinn ſpitz. Die mannichfaltigen Sprachen der verſchiedenen Kaffern-Stämme laſſen ſich alle von einer ausgeſtorbenen Urſprache, der Bantu-Sprache, ableiten.

Zum echten Neger (Homo niger) gehören gegenwärtig, nachdem man Kaffern, Hottentotten und Nubier von ihm abgetrennt hat, nur noch die Tibus im öſtlichen Theile der Sahara, die Sudan-Völker oder Sudaner, welche zunächſt im Süden dieſer großen Wüſte wohnen, und die Bevölkerung der weſtafrikaniſchen Küſtenländer, von der Mündung des Senegal im Norden, bis unterhalb der Niger-Mündung im Süden (Senegambier und Nigritier). Die echten Neger ſind demnach zwiſchen den Aequator und den nördlichen Wendekreis eingeſchloſſen, und haben dieſen letzteren nur mit einem kleinen Theile der Tibu-Raſſe im Oſten überſchritten. Innerhalb dieſer Zone hat

die Neger-Art ſich von Oſten her ausgebreitet. Die Hautfarbe der echten Neger iſt ſtets ein mehr oder minder reines Schwarz. Die Haut iſt ſammetartig anzufühlen, und durch eine eigenthümliche übelriechende Ausdünſtung ausgezeichnet. Während die Neger in der wolligen Behaarung des Kopfes mit den Kaffern übereinſtimmen, unterſcheiden ſie ſich von ihnen nicht unweſentlich durch die Geſichtsbildung. Die Stirn iſt flacher und niedriger, die Naſe breit und dick, nicht vorſpringend, die Lippen ſtark wulſtig aufgetrieben, und das Kinn ſehr kurz. Ausgezeichnet ſind ferner die echten Neger durch ſehr dünne Waden und ſehr lange Arme. Schon ſehr frühzeitig muß ſich dieſe Menſchen-Species in viele einzelne Stämme zerſplittert haben, da ihre zahlreichen und ſehr verſchiedenen Sprachen ſich kaum auf eine Urſprache zurückführen laſſen.

Den vier eben betrachteten wollhaarigen Menſchen-Arten ſtehen nun als anderer Hauptzweig der Gattung die ſchlichthaarigen Menſchen (Homines lissotriches) gegenüber. Von den acht Arten dieſer letzteren laſſen ſich fünf Species als Straffhaarige (Euthycomi) und drei Species als Lockenhaarige (Euplocami) zuſammenfaſſen. Wir betrachten zunächſt die erſteren, zu denen die Urbevölkerung von dem größten Theile Aſiens und von ganz Amerika gehört.

Auf der tiefſten Stufe unter allen ſchlichthaarigen Menſchen, und im Ganzen vielleicht unter allen noch lebenden Menſchen-Arten ſtehen die Auſtralier oder Auſtralneger (Homo australis). Dieſe Species ſcheint ausſchließlich auf die große Inſel Auſtralien beſchränkt zu ſein. Sie gleicht dem echten afrikaniſchen Neger durch die ſchwarze oder ſchwarzbraune und übelriechende Haut, durch die ſtark ſchiefzähnige und langköpfige Schädelform, die zurücktretende Stirn, breite Naſe und dick aufgeworfene Lippen, ſowie durch den faſt gänzlichen Mangel der Waden. Dagegen unterſcheiden ſich die Auſtralneger ſowohl von den echten Negern, als von ihren nächſten Nachbarn, den Papuas, durch viel ſchwächeren, feineren Knochenbau, und namentlich durch die Bildung des Kopfhaares, welches nicht wollig-kraus, ſondern entweder ganz ſchlicht oder nur ſchwach gelockt iſt. Die ſehr tiefe kör-

perliche und geistige Ausbildungsstufe der Australier ist zum Theil vielleicht nicht ursprünglich, sondern durch Rückbildung, durch Anpassung an die sehr ungünstigen Existenzbedingungen Australiens entstanden. Wahrscheinlich sind die Australneger, als ein sehr früh abgezweigter Ast der Euthycomen, von Norden oder Nordwesten her in ihre gegenwärtige Heimath eingewandert. Vielleicht sind sie den Dravidas, und mithin den Euplocamen, näher verwandt als den übrigen Euthycomen. Die ganz eigenthümliche Sprache der Australier zersplittert sich in sehr zahlreiche kleine Zweige, die in eine nördliche und in eine südliche Abtheilung sich gruppiren.

Eine genealogisch wichtige, obwohl nicht umfangreiche Menschen-Species bilden die Malayen (Homo malayus), die braune Menschenrasse der früheren Ethnographie. Eine ausgestorbene, südasiatische Menschen-Art, welche den heutigen Malayen sehr nahe stand, ist wahrscheinlich als die gemeinsame Stammform dieser und der folgenden, höheren Menschen-Arten anzusehen. Wir wollen diese hypothetische Stammart als Urmalayen oder Promalayen bezeichnen. Die heutigen Malayen zerfallen in zwei weit zerstreute Rassen, in die Sundanesier, welche Malacca und die Sunda-Inseln (Sumatra, Java, Borneo ꝛc.) sowie die Philippinen bevölkern, und die Polynesier, welche über den größten Theil des pacifischen Archipels ausgebreitet sind. Die nördliche Grenze ihres weiten Verbreitungsbezirks wird östlich von den Sandwich-Inseln (Hawai), westlich von den Marianen-Inseln (Ladronen) gebildet; die südliche Grenze dagegen östlich von dem Mangareva-Archipel, westlich von Neuseeland. Ein weit nach Westen verschlagener einzelner Zweig der Sundanesier sind die Bewohner von Madagaskar. Diese weite pelagische Verbreitung der Malayen erklärt sich aus ihrer besonderen Neigung für das Schifferleben. Als ihre Urheimath ist der südöstliche Theil des asiatischen Festlandes zu betrachten, von wo aus sie sich nach Osten und Süden verbreiteten und die Papuas vor sich her drängten. In der körperlichen Bildung stehen die Malayen unter den übrigen Arten den Mongolen am nächsten, ziemlich nahe aber auch den lockigen Mittel-

ländern. Der Schädel ist meist kurzköpfig, seltener mittelköpfig, und sehr selten langköpfig. Das Haar ist schlicht und straff, oft jedoch etwas gelockt. Die Hautfarbe ist braun, bald mehr gelblich oder zimmtbraun, bald mehr röthlich oder kupferbraun, seltener dunkelbraun. In der Gesichtsbildung stehen die Malayen zum großen Theil in der Mitte zwischen den Mongolen und Mittelländern. Oft sind sie von letzteren kaum zu unterscheiden. Das Gesicht ist meist breit, mit vorspringender Nase und dicken Lippen, die Augen nicht so enggeschlitzt und schief, wie bei den Mongolen. Alle Malayen und Polynesier bezeugen ihre nahe Stammesverwandtschaft durch ihre Sprache, welche sich zwar schon frühzeitig in viele kleine Zweige zersplitterte, aber doch immer von einer gemeinsamen, ganz eigenthümlichen Ursprache ableitbar ist.

Die individuenreichste von allen Menschen-Arten bildet neben dem mittelländischen der mongolische Mensch (Homo mongolicus). Dahin gehören alle Bewohner des asiatischen Festlandes, mit Ausnahme der Hyperboräer im Norden, der wenigen Malayen im Südosten (Malacca), der Dravidas in Vorderindien, und der Mittelländer im Südwesten. In Europa ist diese Menschen-Art durch die Finnen und Lappen im Norden, die Magyaren in Ungarn und vielleicht einen Theil der Türken vertreten. Die Hautfarbe der Mongolen ist stets durch den gelben Grundton ausgezeichnet, bald heller erbsengelb oder selbst weißlich, bald dunkler braungelb. Das Haar ist immer straff und schwarz. Die Schädelform ist bei der großen Mehrzahl entschieden kurzköpfig (namentlich bei den Kalmücken, Baschkiren u. s. w.), häufig auch mittelköpfig (Tataren, Chinesen u. s. w.). Dagegen kommen echte Langköpfe unter ihnen gar nicht vor. In der runden Gesichtsbildung sind die enggeschlitzten, oft schief geneigten Augen auffallend, die stark vorstehenden Backenknochen, breite Nase und dicken Lippen. Die Sprache aller Mongolen läßt sich wahrscheinlich auf eine gemeinsame Ursprache zurückführen. Doch stehen sich als zwei früh getrennte Hauptzweige die einsilbigen Sprachen der indo-chinesischen Rasse und die mehrsilbigen Sprachen der übrigen

mongoliſchen Raſſen gegenüber. Zu dem einſilbigen oder monoſyllaben Stamme der Indochineſen gehören die Tibetaner, Birmanen, Siameſen und Chineſen. Die übrigen, die vielſilbigen oder polyſyllaben Mongolen zerfallen in drei Raſſen, nämlich 1) die Koreo-Japaner (Koreaner und Japaneſen); 2) die Altajer (Tataren, Türken, Kirgiſen, Kalmücken, Burjäten, Tunguſen); und 3) die Uralier (Samojeden, Finnen). Von den Finnen ſtammt auch die magyariſche Bevölkerung Ungarns ab.

Als eine Abzweigung der mongoliſchen Menſchen-Art iſt der Polarmenſch (Homo arcticus) zu betrachten. Wir faſſen unter dieſer Bezeichnung die Bewohner der arktiſchen Polarländer in beiden Hemiſphären zuſammen, die Eskimos (und Grönländer) in Nordamerika, und die Hyperboräer im nordöſtlichen Aſien (Jukagiren, Tſchuktſchen, Kurjäken und Kamtſchadalen). Durch Anpaſſung an das Polarklima iſt dieſe Menſchenform ſo eigenthümlich umgebildet, daß man ſie wohl als Vertreter einer beſonderen Species betrachten kann. Ihre Statur iſt niedrig und unterſetzt, die Schädelform mittelköpfig oder ſogar langköpfig, die Augen eng und ſchief geſchlitzt, wie bei den Mongolen, auch die Backenknochen vorſtehend und der Mund breit. Das Haar iſt ſtraff und ſchwarz. Die Hautfarbe iſt heller oder dunkler bräunlich, bald faſt weißlich oder mehr gelb, wie bei den Mongolen, bald mehr röthlich, wie bei den Amerikanern. Die Sprachen der Polarmenſchen ſind noch wenig bekannt, jedoch ſowohl von den mongoliſchen, als von den amerikaniſchen verſchieden. Wahrſcheinlich ſind die Arktiker als zurückgebliebene und eigenthümlich angepaßte Zweige jenes Mongolen-Stammes zu betrachten, der aus dem nordöſtlichen Aſien nach Nordamerika hinüberwanderte und dieſen Erdtheil bevölkerte.

Zur Zeit der Entdeckung Amerikas war dieſer Erdtheil (von den Eskimos abgeſehen) nur von einer einzigen Menſchenart bevölkert, den Rothhäuten oder Amerikanern (Homo americanus). Unter allen übrigen Menſchenarten ſind ihr die beiden vorigen am nächſten verwandt. Insbeſondere iſt die Schädelform meiſtens der Mittelkopf,

ſelten Kurzkopf oder Langkopf. Die Stirn iſt breit und ſehr niedrig, die Naſe groß, vortretend und oft gebogen, die Backenknochen vortretend, die Lippen eher dünn, als dick. Das Haar iſt ſchwarz und ſtraff. Die Hautfarbe iſt durch rothen Grundton ausgezeichnet, welcher jedoch bald rein kupferroth oder heller röthlich, bald mehr dunkler rothbraun, gelbbraun oder olivenbraun wird. Die zahlreichen Sprachen der verſchiedenen amerikaniſchen Raſſen und Stämme ſind außerordentlich verſchieden, aber doch in der urſprünglichen Anlage weſentlich übereinſtimmend. Wahrſcheinlich iſt Amerika zuerſt vom nordöſtlichen Aſien her bevölkert worden, von demſelben Mongolen-Stamme, von dem auch die Arktiker, (Hyperboräer und Eskimos) ſich abgezweigt haben. Zuerſt breitete ſich dieſer Stamm in Nordamerika aus und wanderte erſt von da aus über die Landenge von Central-Amerika hinunter nach Südamerika, in deſſen ſüdlichſter Spitze die Species durch Anpaſſung an ſehr ungünſtige Exiſtenz-Bedingungen eine ſtarke Rückbildung erfuhr. Möglicher Weiſe ſind aber von Weſten her außer Mongolen auch Polyneſier in Amerika eingewandert und haben ſich mit dieſen vermiſcht. Jedenfalls ſind die Ureinwohner Amerikas aus der alten Welt herübergekommen, und keineswegs, wie Einige meinten, aus amerikaniſchen Affen entſtanden. Catarhinen oder ſchmalnaſige Affen haben zu keiner Zeit in Amerika exiſtirt.

Die drei Menſchen-Species, welche wir nun noch unterſcheiden, die Dravidas, Nubier und Mittelländer, ſtimmen in mancherlei Eigenthümlichkeiten überein, welche eine nähere Verwandtſchaft derſelben zu begründen ſcheinen und ſie von den vorhergehenden unterſcheiden. Dahin gehört vor Allen die Entwickelung eines ſtarken Barthaares, welches allen übrigen Species entweder ganz fehlt oder nur ſehr ſpärlich auftritt. Das Haupthaar iſt gewöhnlich nicht ſo ſtraff und glatt, wie bei den fünf vorhergehenden Arten, ſondern meiſtens mehr oder weniger gelockt. Auch andere Charaktere ſcheinen dafür zu ſprechen, daß wir dieſelben in einer Hauptgruppe, den Lockenhaarigen (Euplocami), vereinigen können.

Der gemeinſamen Stammform der Euplocamen, und vielleicht

aller Liſſotrichen, ſehr nahe ſcheint der Dravida-Menſch zu ſtehen (Homo dravida). Gegenwärtig iſt dieſe uralte Species nur noch durch die Dekhan-Völker im ſüdlichen Theile Vorder-Indiens und durch die benachbarten Bewohner der Gebirge des nordöſtlichen Ceylon vertreten. Früher aber ſcheint dieſelbe ganz Vorderindien eingenommen und auch noch weiter ſich ausgedehnt zu haben. Sie zeigt einerſeits Verwandtſchafts-Beziehungen zu den Auſtraliern und Malayen, anderſeits zu den Mongolen und Mittelländern. Die Hautfarbe iſt ein lichteres oder dunkleres Braun, bei einigen Stämmen mehr gelbbraun, bei anderen faſt ſchwarzbraun. Das Haupthaar iſt, wie bei den Mittelländern, mehr oder weniger gelockt, weder ganz glatt, wie bei den Euthycomen, noch eigentlich wollig, wie bei den Ulotrichen. Auch durch den ausgezeichnet ſtarken Bartwuchs gleichen ſie den Mittelländern. Ihre ovale Geſichtsbildung ſcheint theils derjenigen der Malayen, theils derjenigen der Mittelländer am nächſten verwandt zu ſein. Gewöhnlich iſt die Stirn hoch, die Naſe vorſpringend, ſchmal, die Lippen wenig aufgeworfen. Ihre Sprache iſt gegenwärtig ſtark mit indogermaniſchen Elementen vermiſcht, ſcheint aber urſprünglich von einer ganz eigenthümlichen Urſprache abzuſtammen.

Nicht weniger Schwierigkeiten als die Dravida-Species, hat den Ethnographen der Nubier (Homo nuba) verurſacht, unter welchem Namen wir nicht nur die eigentlichen Nubier (Schangallas oder Dongoleſen), ſondern auch die ganz nahe verwandten Fulas oder Fellatas begreifen. Die eigentlichen Nubier bewohnen die oberen Nil-Länder (Dongola, Schangalla, Barabra, Kordofan); die Fulas oder Fellatas dagegen ſind von da aus weit nach Weſten gewandert und bewohnen jetzt einen breiten Strich im Süden der weſtlichen Sahara, eingekeilt zwiſchen die Sudaner im Norden und die Nigritier im Süden. Gewöhnlich werden die Nuba- und Fula-Völker entweder zu den Negern oder zu den hamitiſchen Völkern (alſo Mittelländern) gerechnet, unterſcheiden ſich aber von Beiden ſo weſentlich, daß man ſie als eine beſondere Art betrachten muß. Wahrſcheinlich nahm dieſelbe früher einen großen Theil des nordöſtlichen Afrika ein. Die Hautfarbe der

Nuba- und Fula-Völker ist gelbbraun oder rothbraun, seltener dunkelbraun bis schwarz. Das Haar ist nicht wollig, sondern nur lockig, oft sogar fast ganz schlicht; die Haarfarbe ist dunkelbraun oder schwarz. Der Bartwuchs ist viel stärker als bei den Negern entwickelt. Die ovale Gesichtsbildung nähert sich mehr dem mittelländischen als dem Neger-Typus. Die Stirn ist hoch und breit, die Nase vorspringend und nicht platt gedrückt, die Lippen nicht so stark aufgeworfen wie beim Neger. Die Sprachen der nubischen Völker scheinen mit denjenigen der echten Neger gar keine Verwandtschaft zu besitzen.

An die Spitze aller Menschenarten hat man von jeher als die höchst entwickelte und vollkommenste den kaukasischen oder mittelländischen Menschen (Homo mediterraneus) gestellt. Gewöhnlich wird diese Form als „kaukasische Rasse" bezeichnet. Da jedoch grade der kaukasische Zweig unter allen Rassen dieser Species die wenigst bedeutende ist, so ziehen wir die von Friedrich Müller vorgeschlagene, viel passendere Bezeichnung des Mediterran-Menschen oder Mittelländers vor. Denn die wichtigsten Rassen dieser Species, welche zugleich die bedeutendsten Factoren der sogenannten „Weltgeschichte" sind, haben sich an den Gestaden des Mittelmeeres zu ihrer ersten Blüthe entwickelt. Der frühere Verbreitungsbezirk dieser Art wird durch die Bezeichnung der „indo-atlantischen" Species ausgedrückt, während dieselbe gegenwärtig sich über die ganze Erde verbreitet und die meisten übrigen Menschen-Species im Kampfe um's Dasein überwindet. In körperlicher, wie in geistiger Beziehung, kann sich keine andere Menschenart mit der mittelländischen messen. Sie allein hat (abgesehen von der mongolischen Species) eigentlich „Geschichte" gemacht. Sie allein hat jene Blüthe der Cultur entwickelt, welche den Menschen über die ganze übrige Natur zu erheben scheint.

Die Charaktere, durch welche sich der mittelländische Mensch von den anderen Arten des Geschlechts unterscheidet, sind allbekannt. Unter den äußeren Kennzeichen tritt die helle Hautfarbe in den Vordergrund; jedoch zeigt diese alle Abstufungen von reinem Weiß oder Röthlich weiß, durch Gelb und Gelbbraun, bis zum Dunkelbraunen

oder selbst Schwarzbraunen. Der Haarwuchs ist meistens stark, das Haupthaar mehr oder weniger lockig, das Barthaar stärker, als bei allen übrigen Arten. Die Schädelform zeigt einen großen Breitengrad der Entwickelung; überwiegend sind im Ganzen wohl die Mittelköpfe; aber auch Langköpfe und Kurzköpfe sind weit verbreitet. Der Körperbau im Ganzen erreicht nur bei dieser einzigen Menschenart jenes Ebenmaß aller Theile und jene gleichmäßige Entwickelung, welche wir als den Typus vollendeter menschlicher Schönheit bezeichnen. Die Sprachen aller Rassen dieser Species lassen sich bis jetzt noch nicht auf eine einzige gemeinsame Ursprache zurückführen; vielleicht sind mindestens vier verschiedene Ursprachen anzunehmen. Dem entsprechend sind auch vier verschiedene, nur unten an der Wurzel zusammenhängende Rassen innerhalb dieser einen Species zu unterscheiden. Zwei von diesen Rassen, die Basken und Kaukasier, existiren nur noch in geringen Ueberbleibseln. Die Basken, welche früher ganz Spanien und Südfrankreich bevölkerten, leben jetzt nur noch in einem schmalen Striche an der nördlichen Küste Spaniens, im Grunde der Bucht von Biscaya. Die Reste der kaukasischen Rasse (die Daghestaner, Tscherkessen, Mingrelier und Georgier) sind jetzt auf das Gebirgsland des Kaukasus zurückgedrängt. Sowohl die Sprache der Kaukasier, als die der Basken ist durchaus eigenthümlich und läßt sich weder auf die hamosemitische noch auf die indogermanische Ursprache zurückführen.

Auch die Sprachen der beiden Hauptrassen der mediterranen Species, die hamosemitische und indogermanische, lassen sich kaum auf einen gemeinsamen Stamm zurückführen, und daher müssen diese beiden Rassen schon sehr früh sich von einander getrennt haben. Hamosemiten und Indogermanen hängen höchstens unten an der Wurzel zusammen. Die hamosemitische Rasse spaltete sich ebenfalls schon sehr früh in zwei divergirende Zweige, den hamitischen Zweig (in Egypten) und den semitischen Zweig (in Arabien). Der egyptische oder afrikanische Zweig, die Hamiten genannt, umfaßt die alte Bevölkerung Egyptens, ferner die große Gruppe der Libyer und Berber, welche Nordafrika inne haben und früher auch die canarischen Inseln

bewohnten, und endlich die Gruppe der Altnubier oder Aethiopier (Bedſcha, Galla, Danakil, Somali und andere Völker), welche das ganze nordöſtliche Küſtenland von Afrika bis zum Aequator herab bevölkern. Der arabiſche oder aſiatiſche Zweig dagegen, die Semiten umfaſſend, ſpaltet ſich in zwei Hauptäſte: Araber (Südſemiten) und Urjuden (Nordſemiten). Der arabiſche Hauptaſt enthält die Bewohner der großen arabiſchen Halbinſel, die uralte Familie der eigentlichen Araber („Urtypus des Semiten"), die Abeſſinier und Mauren. Zum urjüdiſchen Hauptaſt gehören die ausgeſtorbenen Meſopotamier (Aſſyrier, Babylonier, Urphönicier), die Aramäer (Syrier, Chaldäer, Samariter) und ſodann die höchſt entwickelte Semiten-Gruppe, die Bewohner von Paläſtina: die Phönicier und die eigentlichen Juden oder Hebräer.

Die indogermaniſche Raſſe endlich, welche alle übrigen Menſchenraſſen in der geiſtigen Entwickelung weit überflügelt hat, ſpaltete ſich gleich der ſemitiſchen ſehr früh ſchon in zwei divergente Zweige, den ario-romaniſchen und ſlavo-germaniſchen Zweig. Aus dem erſteren gingen einerſeits die Arier (Inder und Iraner), andrerſeits die Gräcoromanen (Griechen und Albaneſen, Italer und Kelten) hervor. Aus dem ſlavo-germaniſchen Zweige entwickelten ſich einerſeits die Slaven (ruſſiſche und bulgariſche, cechiſche und baltiſche Stämme), andrerſeits die Germanen (Scandinavier und Deutſche, Niederländer und Angelſachſen). Wie ſich die weitere Verzweigung der indogermaniſchen Raſſe auf Grund der vergleichenden Sprachforſchung im Einzelnen genau verfolgen läßt, hat Auguſt Schleicher in ſehr anſchaulicher Form genealogiſch entwickelt *).

Die Geſammtzahl der menſchlichen Individuen, welche gegenwärtig leben, beträgt zwiſchen 1300 und 1400 Millionen. Auf der nachſtehenden tabellariſchen Ueberſicht ſind 1350 Millionen als Mittel angenommen. Davon kommen nach ungefährer Schätzung, ſoweit ſolche überhaupt möglich iſt, nur etwa 150 Millionen auf die wollhaarigen, dagegen 1200 Millionen auf die ſchlichthaarigen Menſchen. Die beiden höchſt entwickelten Species, Mongolen und Mittelländer,

übertreffen an Individuenmasse bei weitem alle übrigen Menschenarten, indem auf jede derselben allein ungefähr 550 Millionen kommen (vgl. Friedrich Müller Ethnographie S. XXX). Natürlich wechselt das Zahlenverhältniß der zwölf Species mit jedem Jahre, und zwar nach dem von Darwin entwickelten Gesetze, daß im Kampfe ums Dasein die höher entwickelten, begünstigteren und größeren Formengruppen die bestimmte Neigung und die sichere Aussicht haben, sich immer mehr auf Kosten der niederen, zurückgebliebenen und kleineren Gruppen auszubreiten. So hat die mittelländische Species, und innerhalb derselben die indogermanische Rasse, vermöge ihrer höheren Gehirnentwickelung alle übrigen Rassen und Arten im Kampfe ums Dasein überflügelt, und spannt schon jetzt das Netz ihrer Herrschaft über die ganze Erdkugel aus. Erfolgreich concurriren kann mit den Mittelländern, wenigstens in gewisser Beziehung, nur die mongolische Species. Innerhalb der Tropengegenden sind die Neger, Kaffern und Nubier, die Malayen und Dravidas durch ihre bessere Anpassungsfähigkeit an das heiße Klima, ebenso in den Polargegenden die Arktiker durch ihr kaltes Klima vor dem Andringen der Indogermanen einigermaßen geschützt. Dagegen werden die übrigen Rassen, die ohnehin sehr zusammengeschmolzen sind, den übermächtigen Mittelländern im Kampf ums Dasein früher oder später gänzlich erliegen. Schon jetzt gehen die Amerikaner und Australier mit raschen Schritten ihrer völligen Ausrottung entgegen, und dasselbe gilt auch von den Papuas und Hottentotten.

Indem wir uns nun zu der eben so interessanten als schwierigen Frage von dem verwandtschaftlichen Zusammenhang, den Wanderungen und der Urheimath der 12 Menschenarten wenden, will ich im Voraus bemerken, daß bei dem gegenwärtigen Zustande unserer anthropologischen Kenntnisse jede Antwort auf diese Frage nur als eine provisorische Hypothese gelten kann. Es verhält sich damit nicht anders, als mit jeder genealogischen Hypothese, die wir uns auf Grund des „natürlichen Systems" von dem Ursprung verwandter Thier- und Pflanzenarten machen können. Durch

die nothwendige Unsicherheit dieser speciellen Descendenz-Hypothesen wird aber die absolute Sicherheit der generellen Descendenz-Theorie in keinem Falle erschüttert. Der Mensch stammt jedenfalls von Catarhinen oder schmalnasigen Affen ab, mag man nun mit den Polyphyleten jede Menschenart in ihrer Urheimath aus einer besonderen Affenart entstanden sein lassen, oder mag man mit den Monophyleten annehmen, daß alle Menschenarten erst durch Differenzirung aus einer einzigen Species von Urmensch (Homo primigenius) entstanden sind.

Aus vielen und wichtigen Gründen halten wir diese letztere, monophyletische Hypothese für die richtigere, und nehmen demnach für das Menschengeschlecht eine einzige Urheimath an, in der dasselbe sich aus einer längst ausgestorbenen anthropoiden Affenart entwickelt hat. Von den jetzt existirenden fünf Welttheilen kann weder Australien, noch Amerika, noch Europa diese Urheimath oder das sogenannte „Paradies", die „Wiege des Menschengeschlechts", sein. Vielmehr deuten die meisten Anzeichen auf das südliche Asien. Außer dem südlichen Asien könnte von den gegenwärtigen Festländern nur noch Afrika in Frage kommen. Es giebt aber eine Menge von Anzeichen (besonders chorologische Thatsachen), welche darauf hindeuten, daß die Urheimath des Menschen ein jetzt unter den Spiegel des indischen Oceans versunkener Continent war, welcher sich im Süden des jetzigen Asiens (und wahrscheinlich mit ihm in directem Zusammenhang) einerseits östlich bis nach Hinterindien und den Sunda-Inseln, andrerseits westlich bis nach Madagaskar und dem südöstlichen Afrika erstreckte. Wir haben schon früher erwähnt, daß viele Thatsachen der Thier- und Pflanzengeographie die frühere Existenz eines solchen südindischen Continents sehr wahrscheinlich machen (vergl. S. 321). Derselbe ist von dem Engländer Sclater wegen der für ihn charakteristischen Halbaffen Lemuria genannt worden. Wenn wir dieses Lemurien als Urheimath annehmen, so läßt sich daraus am leichtesten die geographische Verbreitung der divergirenden Menschenarten durch

Wanderung erklären. (Vergl. die Migrations-Tafel XV, am Ende, und deren Erklärung.)

Von dem hypothetischen Urmenschen (Homo primigenius), welcher sich entweder in Lemurien oder in Südasien (vielleicht auch im östlichen Afrika) während der Tertiärzeit aus anthropoiden Affen entwickelte, kennen wir noch keine fossilen Reste. Aber bei der außerordentlichen Aehnlichkeit, welche sich zwischen den niedersten Menschenrassen und den höchsten Menschenaffen selbst jetzt noch erhalten hat, bedarf es nur geringer Einbildungskraft, um sich zwischen Beiden eine vermittelnde Zwischenform und in dieser ein ungefähres Bild von dem muthmaßlichen Urmenschen oder Affenmenschen vorzustellen. Die Schädelform desselben wird sehr langköpfig und schiefzähnig gewesen sein, die Hautfarbe dunkel, bräunlich. Die Behaarung des ganzen Körpers wird dichter als bei allen jetzt lebenden Menschenarten gewesen sein, die Arme im Verhältniß länger und stärker, die Beine dagegen kürzer und dünner, mit ganz unentwickelten Waden; der Gang mit stark eingebogenen Knieen.

Wenn die eigentlich menschliche Sprache, d. h. die articulirte Begriffssprache, monophyletisch oder einheitlichen Ursprungs ist (wie Bleek, Geiger u. A. annehmen), so wird der Affenmensch die ersten Anfänge derselben bereits besessen haben. Wenn sie dagegen polyphyletisch oder vielheitlichen Ursprungs ist (wie Schleicher, F. Müller u. A. behaupten), so wird der Affenmensch noch sprachlos (Alalus) gewesen sein und seine Nachkommen werden die Sprache erst erworben haben, nachdem bereits die Divergenz der Urmenschenart in verschiedene Species erfolgt war. Die Zahl der Ursprachen ist aber noch beträchtlich größer, als die Zahl der vorher betrachteten Menschenarten. Denn es ist noch nicht gelungen, die vier Ursprachen der mittelländischen Species, das Baskische, Kaukasische, Hamosemitische und Indogermanische, auf eine einzige Ursprache zurückzuführen. Ebensowenig lassen sich die verschiedenen Negersprachen von einer gemeinsamen Ursprache ableiten. Diese beiden Species, Mittelländer und Neger, sind daher jedenfalls polyglottonisch. Dagegen ist die

malayiſche Menſchenart monoglottoniſch; alle ihre polyneſiſchen und ſundaneſiſchen Dialecte und Sprachen laſſen ſich von einer gemeinſamen, längſt untergegangenen Urſprache ableiten. Eben ſo monoglottoniſch ſind die übrigen Menſchenarten: die Mongolen, Arktiker, Amerikaner, Nubier, Dravidas, Auſtralier, Papuas, Hottentotten und Kaffern (vergl. S. 648). Uebrigens ſprechen viele wichtige Gründe für die Annahme, daß ſchließlich doch auch alle jene „Urſprachen" ſich noch werden auf eine einzige gemeinſame Wurzelſprache zurückführen laſſen.

Aus dem ſprachloſen Urmenſchen, den wir als die gemeinſame Stammart aller übrigen Species anſehen, entwickelten ſich zunächſt wahrſcheinlich durch natürliche Züchtung verſchiedene uns unbekannte, jetzt längſt ausgeſtorbene Menſchenarten, die noch auf der Stufe des ſprachloſen Affenmenſchen (Alalus oder Pithecanthropus) ſtehen blieben. Zwei von dieſen Species, eine wollhaarige und eine ſchlichthaarige Art, welche am ſtärkſten divergirten und daher im Kampfe ums Daſein über die andern den Sieg davon trugen, wurden die Stammformen der übrigen Menſchenarten.

Der Hauptzweig der wollhaarigen Menſchen (Ulotriches) breitete ſich zunächſt bloß auf der ſüdlichen Erdhälfte aus, und wanderte hier theils nach Oſten, theils nach Weſten. Ueberreſte des öſtlichen Zweiges ſind die Papuas in Neuguinea und Melaneſien, welche früher viel weiter weſtlich (in Hinterindien und Sundaneſien) verbreitet waren, und erſt ſpäter durch die Malayen nach Oſten gedrängt wurden. Wenig veränderte Ueberreſte des weſtlichen Zweiges ſind die Hottentotten, welche in ihre jetzige Heimath von Nordoſten aus eingewandert ſind. Vielleicht während dieſer Wanderung zweigten ſich von ihnen die Kaffern und Neger ab.

Der zweite und entwickelungsfähigere Hauptzweig der Urmenſchen-Art, die ſchlichthaarigen Menſchen (Lissotriches), haben uns vielleicht einen wenig veränderten, nach Südoſten geflüchteten Reſt ihrer gemeinſamen Stammform in den affenartigen Auſtraliern hinterlaſſen. Dieſen letzteren ſehr nahe ſtanden vielleicht die ſüd-

asiatischen Urmalayen oder Promalayen, mit welchem Namen wir vorher die ausgestorbene, hypothetische Stammform der übrigen sechs Menschenarten bezeichnet haben. Aus dieser unbekannten gemeinsamen Stammform scheinen sich als drei divergirende Zweige die eigentlichen Malayen, die Mongolen und die Euplocamen entwickelt zu haben. Die ersten breiteten sich nach Osten, die zweiten nach Norden, die dritten nach Westen hin aus.

Die Urheimath oder der „Schöpfungsmittelpunkt" der Malayen ist im südöstlichen Theile des asiatischen Festlandes zu suchen oder vielleicht in dem ausgedehnteren Continent, der früher bestand, als noch Hinterindien mit dem Sunda-Archipel und dem östlichen Lemurien unmittelbar zusammenhing. Von da aus breiteten sich die Malayen nach Südosten über den Sunda-Archipel bis Buro hin aus, streiften dann, die Papuas vor sich hertreibend, nach Osten zu den Samoa- und Tonga-Inseln hin, und zerstreuten sich endlich von hier aus nach und nach über die ganze Inselwelt des südlichen pacifischen Oceans, bis nach den Sandwich-Inseln im Norden, den Mangareven im Osten und Neuseeland im Süden. Ein einzelner Zweig, weit nach Westen verschlagen, bevölkerte Madagaskar.

Der zweite Hauptzweig der Urmalayen, die Mongolen, breitete sich zunächst ebenfalls in Südasien aus und bevölkerte allmählich, von da aus nach Osten, Norden und Nordwesten ausstrahlend, den größten Theil des asiatischen Festlandes. Von den vier Hauptrassen der mongolischen Species sind wahrscheinlich die Indochinesen als die Stammgruppe zu betrachten, aus der sich erst als divergirende Zweige die übrigen Rassen, Coreo-Japaner und Ural-Altajer später entwickelten. Aus dem Westen Asiens wanderten die Mongolen vielfach nach Europa hinüber, wo noch jetzt die Finnen und Lappen im nördlichen Rußland und Skandinavien, die nahe verwandten Magyaren in Ungarn und ein Theil der Osmanen in der Türkei die mongolische Species vertreten.

Andrerseits wanderte aus dem nordöstlichen Asien, welches vormals vermuthlich durch eine breite Landbrücke mit Nordamerika zu-

Digitized by Google

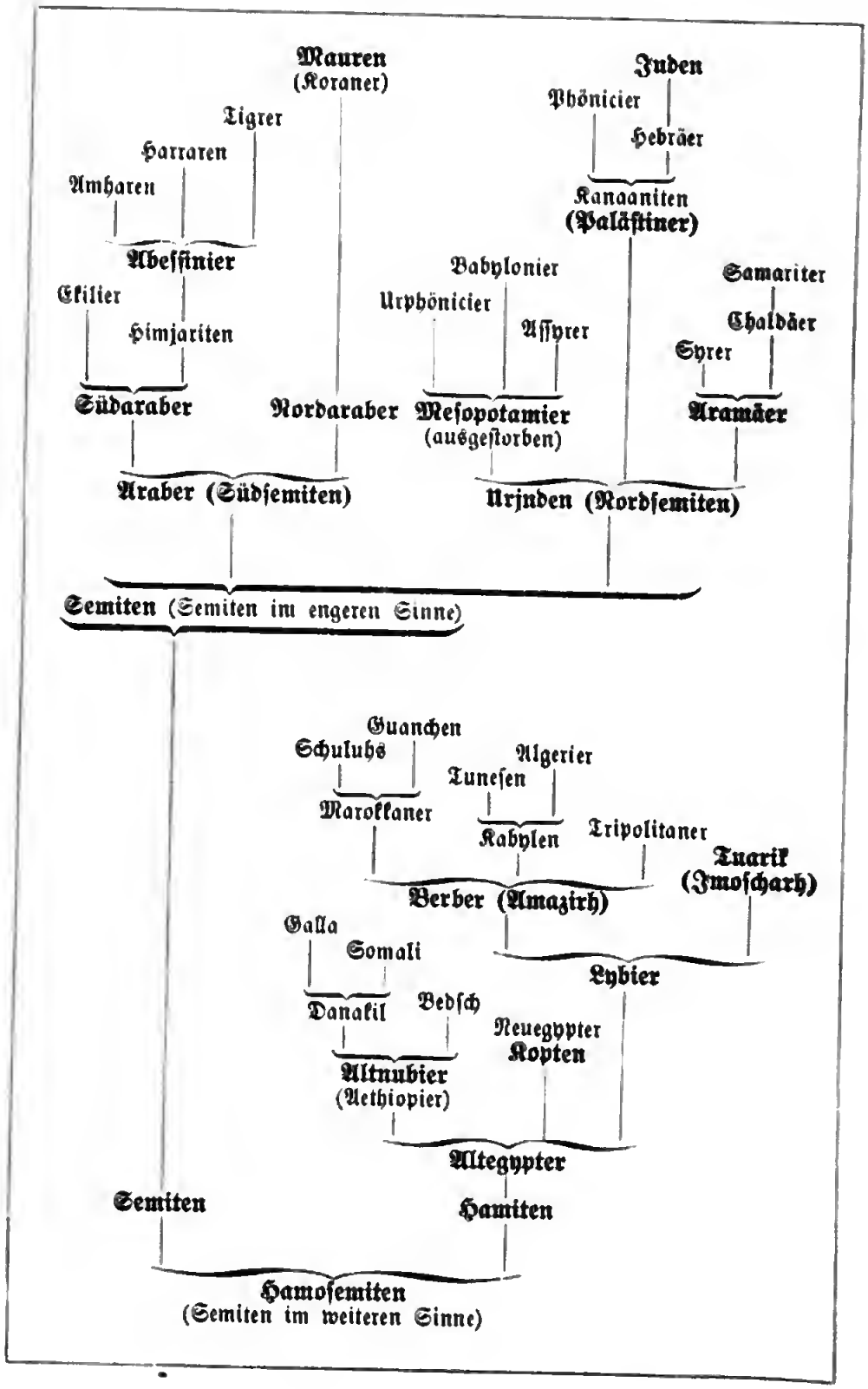
ſammenhing, ein Zweig der Mongolen in dieſen Erdtheil hinüber. Als ein Aſt dieſes Zweiges, welcher durch Anpaſſung an die ungünſtigen Exiſtenzbedingungen des Polarklimas eigenthümlich rückgebildet wurde, ſind die Arktiker oder Polarmenſchen zu betrachten, die Hyperboräer im nordöſtlichen Aſien, die Eskimos im nördlichſten Amerika. Die Hauptmaſſe der mongoliſchen Einwanderer aber wanderte nach Süden, und breitete ſich allmählich über ganz Amerika aus, zunächſt über das nördliche, ſpäter über das ſüdliche Amerika.

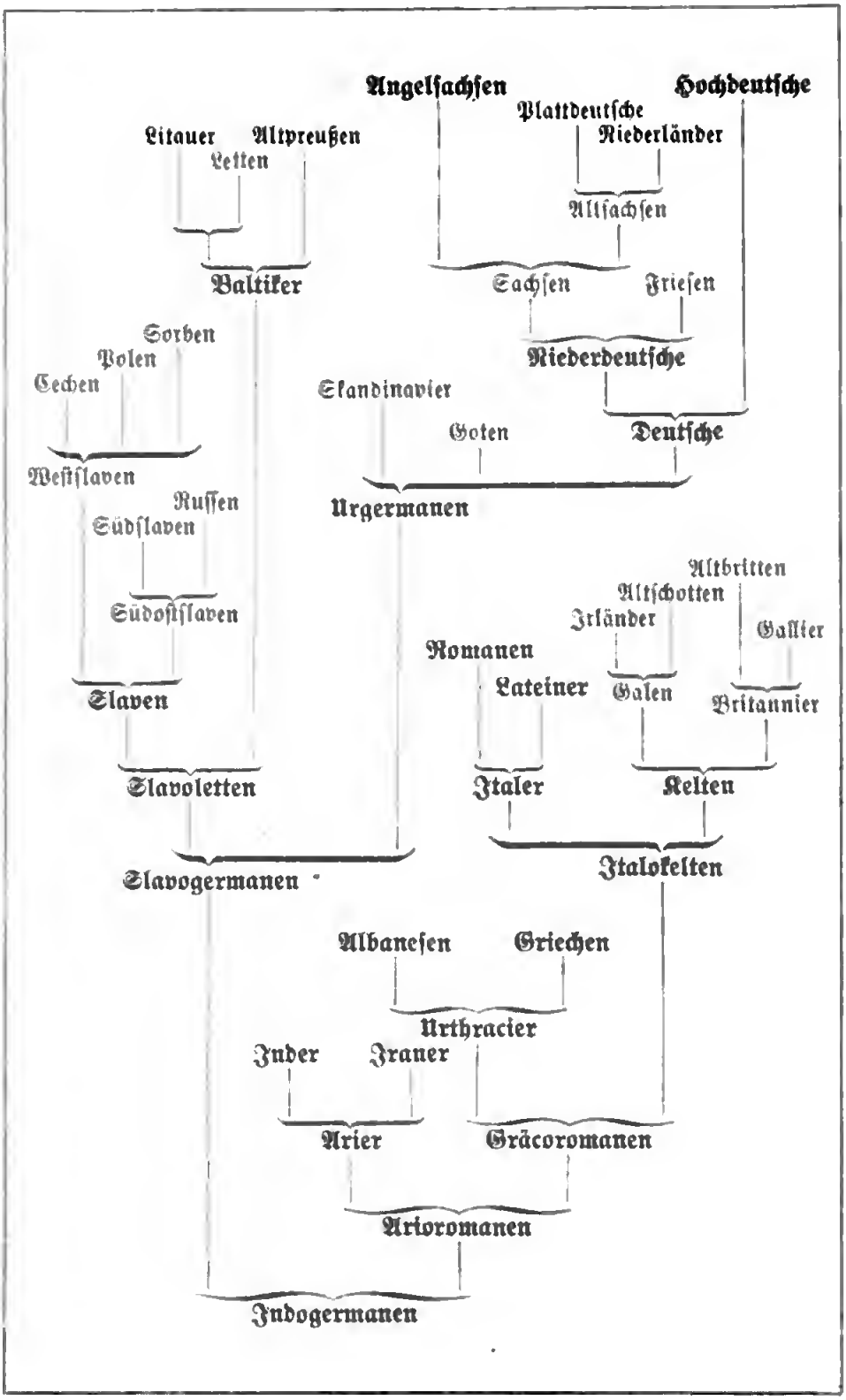
Der dritte und wichtigſte Hauptzweig der Urmalayen, die Lockenvölker oder Euplocamen, haben uns vielleicht in den heutigen Dravidas (in Vorderindien und Ceylon) diejenige Menſchenart hinterlaſſen, die ſich am wenigſten von der gemeinſamen Stammform der Euplocamen entfernt hat. Die Hauptmaſſe der letzteren, die mittelländiſche Species, wanderte von ihrer Urheimath (Hindoſtan?) aus nach Weſten und bevölkerte die Küſtenländer des Mittelmeeres, das ſüdweſtliche Aſien, Nordafrika und Europa. Als eine Abzweigung der ſemitiſchen Urvölker im nordöſtlichen Afrika ſind möglicherweiſe die Nubier zu betrachten, welche weit durch Mittelafrika hindurch bis faſt zu deſſen Weſtküſte hinüberwanderten. Die divergirenden Zweige der indogermaniſchen Raſſe haben ſich am weiteſten von der gemeinſamen Stammform des Affenmenſchen entfernt. Von den beiden Hauptzweigen dieſer Raſſe hat im claſſiſchen Alterthum und im Mittelalter der romaniſche Zweig (die graeco-italo-keltiſche Gruppe), in der Gegenwart aber der germaniſche Zweig im Wettlaufe der Culturentwickelung die anderen Zweige überflügelt. Obenan ſtehen die Engländer und die Deutſchen, welche vorzugsweiſe gegenwärtig in der Erkenntniß und dem Ausbau der Entwickelungsgeſchichte das Fundament für eine neue Periode der wiſſenſchaftlichen Denkweiſe und überhaupt der höheren geiſtigen Entwickelung legen.

Systematische Uebersicht der 12. Menschen-Species.

N.B. Die Columne A giebt die ungefähre Bevölkerungszahl in Millionen an. Die Columne B deutet das phyletische Entwickelungsstadium der Species an, und zwar bedeutet: Pr = Fortschreitende Ausbreitung; Co = Ungefähres Gleichbleiben; Re = Rückbildung und Aussterben. Die Columne C giebt das Verhältniß der Ursprache an; Mn (Monoglottonisch) bedeutet eine einfache Ursprache: Pl (Polyglottonisch) eine mehrfache Ursprache der Species.

Tribus	Menschen-Species	A	B	C	Heimath
Büschelhaarige Lophocomi (ca. 2 Millionen)	1. **Papua**	2	Re	Mn	Neuguinea und Melanesien, Philippinen, Malakka
	2. **Hottentotte**	$\frac{1}{16}$	Re	Mn	Südliches Afrika (Capland)
Vließhaarige Eriocomi (ca. 150 Millionen)	3. **Kaffer**	20	Pr	Mn	Südafrika (zwischen 30° S. Br. und 5° N. Br.)
	4. **Neger**	130	Pr	Pl	Mittelafrika (zwischen dem Aequator und 30° N. Br.)
Straffhaarige Euthycomi (gegen 600 Millionen)	5. **Australier**	$\frac{1}{12}$	Re	Mn	Australien
	6. **Malaye**	30	Co	Mn	Malakka, Sundanesien, Polynesien und Madagascar
	7. **Mongole**	550	Pr	Mn	Asien zum größten Theile, und nördliches Europa
	8. **Arktiker**	$\frac{1}{15}$	Co	Mn?	Nordöstliches Asien und nördlichstes Amerika
	9. **Amerikaner**	12	Re	Mn	Ganz Amerika mit Ausnahme des nördlichsten Theiles
Lockenhaarige Euplocami (gegen 600 Millionen)	10. **Dravida**	34	Co	Mn	Südasien (Vorderindien und Ceylon)
	11. **Nubier**	10	Co	Mn?	Mittelafrika (Nubien und Fulaland)
	12. **Mittelländer**	550	Pr	Pl	In allen Welttheilen, von Südasien aus zunächst nach Nordafrika und Südeuropa gewandert
	13. Bastarde der Arten	11	Pr	Pl	In allen Welttheilen, vorwiegend jedoch in Amerika und Asien
	Summa	1350			


Mauren
(Koraner)
Juden
Phönicier
Hebräer
Tigrer
Harraren
Amharen
Kanaaniten
(Paläſtiner)
Abeſſinier
Babylonier
Samariter
Ekilier
Urphönicier
Chaldäer
Himjariten
Aſſyrer
Syrer
Südaraber
Nordaraber
Meſopotamier
(ausgeſtorben)
Aramäer
Araber (Südſemiten)
Urjuden (Nordſemiten)
Semiten (Semiten im engeren Sinne)
Guanchen
Schuluhs
Algerier
Tuneſen
Marokkaner
Kabylen
Tripolitaner
Tuarik
(Imoſcharh)
Berber (Amazirh)
Galla
Somali
Lybier
Danakil
Bedſch
Neuegypter
Kopten
Altnubier
(Aethiopier)
Altegypter
Semiten
Hamiten
Hamoſemiten
(Semiten im weiteren Sinne)


Angelſachſen
Hochdeutſche
Plattdeutſche
Niederländer
Litauer
Altpreußen
Letten
Altſachſen
Baltiker
Sachſen
Frieſen
Sorben
Polen
Niederdeutſche
Cechen
Skandinavier
Deutſche
Goten
Weſtſlaven
Urgermanen
Ruſſen
Südſlaven
Altbritten
Altſchotten
Irländer
Gallier
Südoſtſlaven
Romanen
Lateiner
Galen
Britannier
Slaven
Italer
Kelten
Slavoletten
Italokelten
Slavogermanen
Albaneſen
Griechen
Urthracier
Inder
Iraner
Arier
Grăcoromanen
Arioromanen
Indogermanen

Vierundzwanzigſter Vortrag.

Einwände gegen und Beweiſe für die Wahrheit der Deſcendenztheorie.

Einwände gegen die Abſtammungslehre. Einwände des Glaubens und der Vernunft. Unermeßliche Länge der geologiſchen Zeiträume. Uebergangsformen zwiſchen den verwandten Species. Abhängigkeit der Formbeſtändigkeit von der Vererbung, und des Formwechſels von der Anpaſſung. Entſtehung ſehr zuſammengeſetzter Organiſationseinrichtungen. Stufenweiſe Entwickelung der Inſtincte und Seelenthätigkeiten. Entſtehung der aprioriſchen Erkenntniſſe aus aposteriorischen. Erforderniſſe für das richtige Verſtändniß der Abſtammungslehre. Nothwendige Wechſelwirkung der Empirie und Philoſophie. Beweiſe für die Deſcendenztheorie. Innerer urſächlicher Zuſammenhang aller biologiſchen Erſcheinungsreihen. Der directe Beweis der Selectionstheorie. Verhältniß der Deſcendenztheorie zur Anthropologie. Beweiſe für den thieriſchen Urſprung des Menſchen. Die Pithecoidentheorie als untrennbarer Beſtandtheil der Deſcendenztheorie. Induction und Deduction. Stufenweiſe Entwickelung des menſchlichen Geiſtes. Körper und Geiſt. Menſchenſeele und Thierſeele. Blick in die Zukunft.

Meine Herren! Wenn ich einerſeits vielleicht hoffen darf, Ihnen durch dieſe Vorträge die Abſtammungslehre mehr oder weniger wahrſcheinlich gemacht und Einige von Ihnen ſelbſt von ihrer unerſchütterlichen Wahrheit überzeugt zu haben, ſo verhehle ich mir andrerſeits keineswegs, daß die Meiſten von Ihnen im Laufe meiner Erörterungen eine Maſſe von mehr oder weniger begründeten Einwürfen gegen dieſelbe erhoben haben werden. Es erſcheint mir daher jetzt, am Schluſſe unſerer Betrachtungen, durchaus nothwendig, wenigſtens die wichtig-

ſten derſelben zu widerlegen, und zugleich auf der anderen Seite die überzeugenden Beweisgründe nochmals hervorzuheben, welche für die Wahrheit der Entwickelungslehre Zeugniß ablegen.

Die Einwürfe, welche man gegen die Abſtammungslehre überhaupt erhebt, zerfallen in zwei große Gruppen, Einwände des Glaubens und Einwände der Vernunft. Mit den Einwendungen der erſten Gruppe, die in den unendlich mannichfaltigen Glaubensvorſtellungen der menſchlichen Individuen ihren Urſprung haben, brauche ich mich hier durchaus nicht zu befaſſen. Denn, wie ich bereits im Anfang dieſer Vorträge bemerkte, hat die Wiſſenſchaft, als das objective Ergebniß der ſinnlichen Erfahrung und des Erkenntnißſtrebens der menſchlichen Vernunft, gar Nichts mit den ſubjectiven Vorſtellungen des Glaubens zu thun, welche von einzelnen Menſchen als unmittelbare Eingebungen oder Offenbarungen des Schöpfers gepredigt und dann von der unſelbſtſtändigen Menge geglaubt werden. Dieſer bei den verſchiedenen Völkern höchſt verſchiedenartige Glaube, der vom „Aberglauben" nicht verſchieden iſt, fängt bekanntlich erſt da an, wo die Wiſſenſchaft aufhört. Die Naturwiſſenſchaft betrachtet denſelben nach dem Grundſatze Friedrich's des Großen, „daß Jeder auf ſeine Façon ſelig werden kann," und nur da tritt ſie nothwendig in Conflict mit beſonderen Glaubensvorſtellungen, wo dieſelben der freien Forſchung eine Grenze und der menſchlichen Erkenntniß ein Ziel ſetzen wollen, über welches dieſelbe nicht hinaus dürfe. Das iſt nun allerdings gewiß hier im ſtärkſten Maße der Fall, da die Entwickelungslehre ſich zur Aufgabe das höchſte wiſſenſchaftliche Problem geſetzt hat, das wir uns ſetzen können: das Problem der Schöpfung, des Werdens der Dinge, und insbeſondere des Werdens der organiſchen Formen, an ihrer Spitze des Menſchen. Hier iſt es nun jedenfalls eben ſo das gute Recht, wie die heilige Pflicht der freien Forſchung, keinerlei menſchliche Autorität zu ſcheuen, und muthig den Schleier vom Bilde des Schöpfers zu lüften, unbekümmert, welche natürliche Wahrheit darunter verborgen ſein mag. Die göttliche Offenbarung, welche wir als die einzig wahre anerkennen, ſteht überall in der

Natur geſchrieben, und jedem Menſchen mit geſunden Sinnen und geſunder Vernunft ſteht es frei, in dieſem heiligen Tempel der Natur durch eigenes Forſchen und ſelbſtſtändiges Erkennen der untrüglichen Offenbarung theilhaftig zu werden.

Wenn wir demgemäß hier alle Einwürfe gegen die Abſtammungslehre unberückſichtigt laſſen können, die etwa von den Prieſtern der verſchiedenen Glaubensreligionen erhoben werden könnten, ſo werden wir dagegen nicht umhin können, die wichtigſten von denjenigen Einwänden zu widerlegen, welche mehr oder weniger wiſſenſchaftlich begründet erſcheinen, und von denen man zugeſtehen muß, daß man durch ſie auf den erſten Blick in gewiſſem Grade eingenommen und von der Annahme der Abſtammungslehre zurückgeſchreckt werden kann. Unter dieſen Einwänden erſcheint Vielen als der wichtigſte derjenige, welcher die Zeitlänge betrifft. Wir ſind nicht gewohnt, mit ſo ungeheuren Zeitmaßen umzugehen, wie ſie für die Schöpfungsgeſchichte erforderlich ſind. Es wurde früher bereits erwähnt, daß wir die Zeiträume, in welchen die Arten durch allmähliche Umbildung entſtanden ſind, nicht nach einzelnen Jahrtauſenden berechnen müſſen, ſondern nach Hunderten und nach Millionen von Jahrtauſenden. Allein ſchon die Dicke der geſchichteten Erdrinde, die Erwägung der ungeheuren Zeiträume, welche zu ihrer Ablagerung aus dem Waſſer erforderlich waren, und der zwiſchen dieſen Senkungszeiträumen verfloſſenen Hebungszeiträume beweiſen uns die Zeitdauer der organiſchen Erdgeſchichte, welche unſer menſchliches Faſſungsvermögen gänzlich überſteigt. Wir ſind hier in derſelben Lage, wie in der Aſtronomie betreffs des unendlichen Raumes. Wie wir die Entfernungen der verſchiedenen Planetenſyſteme nicht nach Meilen, ſondern nach Siriusweiten berechnen, von denen jede wieder Millionen Meilen einſchließt, ſo müſſen wir in der organiſchen Erdgeſchichte nicht nach Jahrtauſenden, ſondern nach paläontologiſchen oder geologiſchen Perioden rechnen, von denen jede viele hundert Jahrtauſende, und manche vielleicht Millionen oder ſelbſt Milliarden von Jahrtauſenden umfaßt. Es iſt ſehr gleichgültig, wie hoch man annähernd die unermeßliche

Länge dieſer Zeiträume ſchätzen mag, weil wir in der That nicht im Stande ſind, mittelſt unſerer beſchränkten Einbildungskraft uns eine wirkliche Anſchauung von dieſen Zeiträumen zu bilden, und weil wir auch keine ſichere mathematiſche Baſis wie in der Aſtronomie beſitzen, um nur die ungefähre Länge des Maßſtabes irgendwie in Zahlen feſtzuſtellen. Nur dagegen müſſen wir uns auf das Beſtimmteſte verwahren, daß wir in dieſer außerordentlichen, unſere Vorſtellungskraft vollſtändig überſteigenden Länge der Zeiträume irgend einen Grund gegen die Entwickelungslehre ſehen könnten. Wie ich Ihnen bereits in einem früheren Vortrage auseinanderſetzte, iſt es im Gegentheil vom Standpunkte der ſtrengſten Philoſophie das Gerathenſte, dieſe Schöpfungsperioden möglichſt lang vorauszuſetzen, und wir laufen um ſo weniger Gefahr, uns in dieſer Beziehung in unwahrſcheinliche Hypotheſen zu verlieren, je größer wir die Zeiträume für die organiſchen Entwickelungsvorgänge annehmen. Je länger wir z. B. die Permiſche Periode annehmen, deſto eher können wir begreifen, wie innerhalb derſelben die wichtigen Umbildungen erfolgten, welche die Fauna und Flora der Steinkohlenzeit ſo ſcharf von derjenigen der Triaszeit trennen. Die große Abneigung, welche die meiſten Menſchen gegen die Annahme ſo unermeßlicher Zeiträume haben, rührt größtentheils davon her, daß wir in der Jugend mit der Vorſtellung groß gezogen werden, die ganze Erde ſei nur einige tauſend Jahre alt. Außerdem iſt das Menſchenleben, welches höchſtens den Werth eines Jahrhunderts erreicht, eine außerordentlich kurze Zeitſpanne, welche ſich am wenigſten eignet, als Maßeinheit für jene geologiſchen Perioden zu gelten. Unſer Leben iſt ein einzelner Tropfen im Meere der Ewigkeit. Denken Sie nur im Vergleiche damit an die fünfzig mal längere Lebensdauer mancher Bäume, z. B. der Drachenbäume (Dracaena) und Affenbrodbäume (Adansonia), deren individuelles Leben einen Zeitraum von fünftauſend Jahren überſteigt, und denken Sie andrerſeits an die Kürze des individuellen Lebens bei manchen niederen Thieren, z. B. bei den Infuſorien, wo das Individuum als ſolches nur wenige Tage, oder ſelbſt nur wenige Stunden lebt. Dieſe

Vergleichung ſtellt uns die Relativität alles Zeitmaßes auf das Unmittelbarſte vor Augen. Ganz gewiß müſſen ungeheure, uns gar nicht vorſtellbare Zeiträume verfloſſen ſein, während die ſtufenweiſe hiſtoriſche Entwickelung des Thier- und Pflanzenreichs durch allmähliche Umbildung der Arten vor ſich ging. Es liegt aber auch nicht ein einziger Grund vor, irgend eine beſtimmte Grenze für die Länge jener phyletiſchen Entwickelungsperioden anzunehmen.

Ein zweiter Haupteinwand, der von vielen, namentlich ſyſtematiſchen Zoologen und Botanikern, gegen die Abſtammungslehre erhoben wird, iſt der, daß man keine Uebergangsformen zwiſchen den verſchiedenen Arten finden könne, während man dieſe doch nach der Abſtammungslehre in Menge finden müßte. Dieſer Einwurf iſt zum Theil begründet, zum Theil aber auch nicht. Denn es exiſtiren Uebergangsformen ſowohl zwiſchen lebenden, als auch zwiſchen ausgeſtorbenen Arten in außerordentlicher Menge, überall nämlich da, wo wir Gelegenheit haben, ſehr zahlreiche Individuen von verwandten Arten vergleichend ins Auge zu faſſen. Grade diejenigen ſorgfältigſten Unterſucher der einzelnen Species, von denen man jenen Einwurf häufig hört, grade dieſe finden ſich in ihren ſpeciellen Unterſuchungsreihen beſtändig durch die in der That unlösbare Schwierigkeit aufgehalten, die einzelnen Arten ſcharf zu unterſcheiden. In allen ſyſtematiſchen Werken, welche einigermaßen gründlich ſind, begegnen Sie endloſen Klagen darüber, daß man hier und dort die Arten nicht unterſcheiden könne, weil zu viele Uebergangsformen vorhanden ſeien. Daher beſtimmt auch jeder Naturforſcher den Umfang und die Zahl der einzelnen Arten anders, als die übrigen. Wie ich ſchon früher erwähnte (S. 246), nehmen in einer und derſelben Organismengruppe die einen Zoologen und Botaniker 10 Arten an, andere 20, andere hundert oder mehr, während noch andere Syſtematiker alle dieſe verſchiedenen Formen nur als Spielarten oder Varietäten einer einzigen „guten Species“ betrachten. Man findet in der That bei den meiſten Formengruppen Uebergangsformen und Zwiſchenſtufen zwiſchen den einzelnen Species in Hülle und Fülle.

Bei vielen Arten fehlen freilich die Uebergangsformen wirklich. Dies erklärt ſich indeſſen ganz einfach durch das Prinzip der Divergenz oder Sonderung, deſſen Bedeutung ich Ihnen früher erläutert habe. Der Umſtand, daß der Kampf um das Daſein um ſo heftiger zwiſchen zwei verwandten Formen iſt, je näher ſie ſich ſtehen, muß nothwendig das baldige Erlöſchen der verbindenden Zwiſchenformen zwiſchen zwei divergenten Arten begünſtigen. Wenn eine und dieſelbe Species nach verſchiedenen Richtungen auseinandergehende Varietäten hervorbringt, die ſich zu neuen Arten geſtalten, ſo muß der Kampf zwiſchen dieſen neuen Formen und der gemeinſamen Stammform um ſo lebhafter ſein, je weniger ſie ſich von einander entfernen, dagegen um ſo weniger gefährlich, je ſtärker die Divergenz iſt. Naturgemäß werden alſo die verbindenden Zwiſchenformen vorzugsweiſe und meiſtens ſehr ſchnell ausſterben, während die am meiſten divergenten Formen als getrennte „neue Arten“ übrig bleiben und ſich fortpflanzen. Dem entſprechend finden wir auch keine Uebergangsformen mehr in ſolchen Gruppen, welche ganz im Ausſterben begriffen ſind, wie z. B. unter den Vögeln die Strauße, unter den Säugethieren die Elephanten, Giraffen, Camele, Zahnarmen und Schnabelthiere. Dieſe im Erlöſchen begriffenen Formgruppen erzeugen keine neuen Varietäten mehr, und naturgemäß ſind hier die Arten ſogenannte „gute“, d. h. ſcharf von einander geſchiedene Species. In denjenigen Thiergruppen dagegen, wo noch die Entfaltung und der Fortſchritt ſich geltend macht, wo die exiſtirenden Arten durch Bildung neuer Varietäten in viele neue Arten auseinandergehen, finden wir überall maſſenhaft Uebergangsformen vor, welche der Syſtematik die größten Schwierigkeiten bereiten. Das iſt z. B. unter den Vögeln bei den Finken der Fall, unter den Säugethieren bei den meiſten Nagethieren (beſonders den mäuſe- und rattenartigen), bei einer Anzahl von Wiederkäuern und von echten Affen, insbeſondere bei den ſüdamerikaniſchen Rollaffen (Cebus) und vielen Anderen. Die fortwährende Entfaltung der Species durch Bildung neuer Varietäten erzeugt hier eine Maſſe von Zwiſchenformen, welche die ſogenannten

guten Arten verbinden, ihre Grenzen verwiſchen und ihre ſcharfe ſpecifiſche Unterſcheidung ganz illuſoriſch machen.

Daß dennoch keine vollſtändige Verwirrung der Formen, kein allgemeines Chaos in der Bildung der Thier- und Pflanzengeſtalten entſteht, hat einfach ſeinen Grund in dem Gegengewicht, welches gegenüber der Entſtehung neuer Formen durch fortſchreitende *Anpaſſung*, die *erhaltende* Macht der *Vererbung* ausübt. Der Grad von Beharrlichkeit und Veränderlichkeit, den jede organiſche Form zeigt, iſt lediglich bedingt durch den jeweiligen Zuſtand des Gleichgewichts zwiſchen dieſen beiden ſich entgegenſtehenden Functionen. *Die Vererbung iſt die Urſache der Beſtändigkeit der Species; die Anpaſſung iſt die Urſache der Abänderung der Art.* Wenn alſo einige Naturforſcher ſagen, offenbar müßte nach der Abſtammungslehre eine noch viel größere Mannichfaltigkeit der Formen ſtattfinden, und andere umgekehrt, es müßte eine viel ſtrengere Gleichheit der Formen ſich zeigen, ſo unterſchätzen die erſteren das Gewicht der Vererbung und die letzteren das Gewicht der Anpaſſung. *Der Grad der Wechſelwirkung zwiſchen der Vererbung und Anpaſſung beſtimmt den Grad der Beſtändigkeit und Veränderlichkeit der organiſchen Species*, den dieſelbe in jedem gegebenen Zeitabſchnitt beſitzt.

Ein weiterer Einwand gegen die Deſcendenztheorie, welcher in den Augen vieler Naturforſcher und Philoſophen ein großes Gewicht beſitzt, beſteht darin, daß dieſelbe die *Entſtehung zweckmäßig wirkender Organe durch zwecklos oder mechaniſch wirkende Urſachen* behauptet. Dieſer Einwurf erſcheint namentlich von Bedeutung bei Betrachtung derjenigen Organe, welche offenbar für einen ganz beſtimmten Zweck ſo vortrefflich angepaßt erſcheinen, daß die ſcharfſinnigſten Mechaniker nicht im Stande ſein würden, ein vollkommneres Organ für dieſen Zweck zu erfinden. Solche Organe ſind vor allen die höheren Sinnesorgane der Thiere, Auge und Ohr. Wenn man bloß die Augen und Gehörwerkzeuge der höheren Thiere kennte, ſo würden dieſelben uns in der That große und vielleicht un-

überſteigliche Schwierigkeiten verurſachen. Wie könnte man ſich erklären, daß allein durch die natürliche Züchtung jener außerordentlich hohe und ganz bewundernswürdige Grad der Vollkommenheit und der Zweckmäßigkeit in jeder Beziehung erreicht wird, welchen wir bei den Augen und Ohren der höheren Thiere wahrnehmen? Zum Glück hilft uns aber hier die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeſchichte über alle Hinderniſſe hinweg. Denn wenn wir die ſtufenweiſe Vervollkommnung der Augen und Ohren Schritt für Schritt im Thierreich verfolgen, ſo finden wir eine ſolche allmähliche Stufenleiter der Ausbildung vor, daß wir auf das ſchönſte die Entwickelung der höchſt entwickelten Organe durch alle Grade der Vollkommenheit hindurch verfolgen können. So erſcheint z. B. das Auge bei den niederſten Thieren als ein einfacher Farbſtofffleck, der noch kein Bild von äußeren Gegenſtänden entwerfen, ſondern höchſtens den Unterſchied der verſchiedenen Lichtſtrahlen wahrnehmen kann. Dann tritt zu dieſem ein empfindender Nerv hinzu. Später entwickelt ſich allmählich innerhalb jenes Pigmentflecks die erſte Anlage der Linſe, ein lichtbrechender Körper, der ſchon im Stande iſt, die Lichtſtrahlen zu concentriren und ein beſtimmtes Bild zu entwerfen. Aber es fehlen noch alle die zuſammengeſetzten Apparate für Accommodation und Bewegung des Auges; die verſchieden lichtbrechenden Medien, die hoch differenzirte Sehnervenhaut u. ſ. w., welche bei den höheren Thieren dieſes Werkzeug ſo vollkommen geſtalten. Von jenem einfachſten Organ bis zu dieſem höchſt vollkommenen Apparat zeigt uns die vergleichende Anatomie in ununterbrochener Stufenleiter alle möglichen Uebergänge, ſo daß wir die ſtufenweiſe, allmähliche Entſtehung auch eines ſolchen höchſt complicirten Organes wohl verſtehen können. Ebenſo wie wir im Laufe der individuellen Entwickelung einen gleichen ſtufenweiſen Fortſchritt in der Ausbildung des Organs unmittelbar verfolgen können, ebenſo muß derſelbe auch bei der geſchichtlichen (phyletiſchen) Entſtehung des Organs ſtattgefunden haben.

Bei Betrachtung ſolcher höchſt vollkommener Organe, die ſcheinbar von einem künſtleriſchen Schöpfer für ihre beſtimmte Thätigkeit

zweckmäßig erfunden und conſtruirt, in der That aber durch die zweckloſe Thätigkeit der natürlichen Züchtung mechaniſch entſtanden ſind, empfinden viele Menſchen ähnliche Schwierigkeiten des naturgemäßen Verſtändniſſes, wie die rohen Naturvölker gegenüber den verwickelten Erzeugniſſen unſerer neueſten Maſchinenkunſt. Die Wilden, welche zum erſtenmal ein Linienſchiff oder eine Lokomotive ſehen, halten dieſe Gegenſtände für die Erzeugniſſe übernatürlicher Weſen, und können nicht begreifen, daß der Menſch, ein Organismus ihres Gleichen, eine ſolche Maſchine hervorgebracht habe. Auch die ungebildeten Menſchen unſerer eigenen Raſſe ſind nicht im Stande, einen ſo verwickelten Apparat in ſeiner eigentlichen Wirkſamkeit zu begreifen und die rein mechaniſche Natur deſſelben zu verſtehen. Die meiſten Naturforſcher verhalten ſich aber, wie Darwin ſehr richtig bemerkt, gegenüber den Formen der Organismen nicht anders, als jene Wilden dem Linienſchiff oder der Locomotive gegenüber. Das naturgemäße Verſtändniß von der rein mechaniſchen Entſtehung der organiſchen Formen kann hier nur durch eine gründliche allgemeine biologiſche Bildung und durch die ſpecielle Bekanntſchaft mit der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeſchichte gewonnen werden.

Unter den übrigen gegen die Abſtammungslehre erhobenen Einwürfen will ich hier endlich noch einen hervorheben und widerlegen, der namentlich in den Augen vieler Laien ein großes Gewicht beſitzt: Wie ſoll man ſich nach der Deſcendenztheorie die Geiſtesthätigkeiten der Thiere und namentlich die ſpecifiſchen Aeußerungen derſelben, die ſogenannten Inſtincte entſtanden denken? Dieſen ſchwierigen Gegenſtand hat Darwin in einem beſonderen Capitel ſeines Hauptwerkes (im ſiebenten) ſo ausführlich behandelt, daß ich Sie hier darauf verweiſen kann. Wir müſſen die Inſtincte weſentlich als Gewohnheiten der Seele auffaſſen, welche durch Anpaſſung erworben und durch Vererbung auf viele Generationen übertragen und befeſtigt worden ſind. Die Inſtincte verhalten ſich demgemäß ganz wie andere Gewohnheiten, welche nach den Geſetzen der gehäuften Anpaſſung (S. 209) und der be-

festigten Vererbung (S. 194) zur Entstehung neuer Functionen und somit auch neuer Formen ihrer Organe führen. Hier wie überall geht die Wechselwirkung zwischen Function und Organ Hand in Hand. Ebenso wie die Geistesfähigkeiten des Menschen stufenweise durch fortschreitende Anpassung des Gehirns erworben und durch dauernde Vererbung befestigt wurden, so sind auch die Instincte der Thiere, welche nur quantitativ, nicht qualitativ von jenen verschieden sind, durch stufenweise Vervollkommnung ihres Seelenorgans, des Centralnervensystems, durch Wechselwirkung der Anpassung und Vererbung, entstanden. Die Instincte werden bekanntermaßen vererbt; allein auch die Erfahrungen, also neue Anpassungen der Thierseele, werden vererbt; und die Abrichtung der Hausthiere zu verschiedenen Seelenthätigkeiten, welche die wilden Thiere nicht im Stande sind auszuführen, beruht auf der Möglichkeit der Seelenanpassung. Wir kennen jetzt schon eine Reihe von Beispielen, in denen solche Anpassungen, nachdem sie erblich durch eine Reihe von Generationen sich übertragen hatten, schließlich als angeborene Instincte erschienen, und doch waren sie von den Voreltern der Thiere erst erworben. Hier ist die Dressur durch Vererbung in Instinct übergegangen. Die charakteristischen Instincte der Jagdhunde, Schäferhunde und anderer Hausthiere, welche sie mit auf die Welt bringen, sind ebenso wie die Natur-instincte der wilden Thiere von ihren Voreltern erst durch Anpassung erworben worden. Sie sind in dieser Beziehung den angeblichen „Erkenntnissen a priori" des Menschen zu vergleichen, die ursprünglich von unseren uralten Vorfahren (gleich allen anderen Erkenntnissen) „a posteriori", durch sinnliche Erfahrung, erworben wurden. Wie ich schon früher bemerkte, sind offenbar die „Erkenntnisse a priori" erst durch lange andauernde Vererbung von erworbenen Gehirnanpassungen aus ursprünglich empirischen „Erkenntnissen a posteriori" entstanden (S. 29).

Die soeben besprochenen und widerlegten Einwände gegen die Descendenztheorie dürften wohl die wichtigsten sein, welche ihr entgegengehalten worden sind. Ich glaube Ihnen deren Grundlosigkeit

genügend dargethan zu haben. Die zahlreichen übrigen Einwürfe, welche außerdem noch gegen die Entwickelungslehre im Allgemeinen oder gegen den biologiſchen Theil derſelben, die Abſtammungslehre, im Beſonderen erhoben worden ſind, beruhen entweder auf einer ſolchen Unkenntniß der empiriſch feſtgeſtellten Thatſachen, oder auf einem ſolchen Mangel an richtigem Verſtändniß derſelben, und an Fähigkeit, die daraus nothwendig ſich ergebenden Folgeſchlüſſe zu ziehen, daß es wirklich nicht der Mühe lohnen würde, hier näher auf ihre Widerlegung einzugehen. Nur einige allgemeine Geſichtspunkte möchte ich Ihnen in dieſer Beziehung noch mit einigen Worten nahe legen.

Zunächſt iſt hinſichtlich des erſterwähnten Punktes zu bemerken, daß, um die Abſtammungslehre vollſtändig zu verſtehen, und um ſich ganz von ihrer unerſchütterlichen Wahrheit zu überzeugen, ein allgemeiner Ueberblick über die Geſammtheit des biologiſchen Erſcheinungsgebietes unerläßlich iſt. *Die Deſcendenztheorie iſt eine biologiſche Theorie*, und man darf daher mit Fug und Recht verlangen, daß diejenigen Leute, welche darüber ein gültiges Urtheil fällen wollen, den erforderlichen Grad biologiſcher Bildung beſitzen. Dazu genügt es nicht, daß ſie in dieſem oder jenem Gebiete der Zoologie, Botanik und Protiſtik ſpecielle Erfahrungskenntniſſe beſitzen. Vielmehr müſſen ſie nothwendig eine *allgemeine Ueberſicht der geſammten Erſcheinungsreihen* wenigſtens in einem der drei organiſchen Reiche beſitzen. Sie müſſen wiſſen, welche allgemeinen Geſetze aus der vergleichenden Morphologie und Phyſiologie der Organismen, insbeſondere aus der vergleichenden Anatomie, aus der individuellen und paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte u. ſ. w. ſich ergeben, und ſie müſſen eine Vorſtellung von dem tiefen *mechaniſchen, urſächlichen Zuſammenhang* haben, in dem alle jene Erſcheinungsreihen ſtehen. Selbſtverſtändlich iſt dazu ein gewiſſer Grad allgemeiner Bildung und namentlich philoſophiſcher Erziehung erforderlich, den leider heutzutage nicht viele Leute für nöthig halten. *Ohne die nothwendige Verbindung von empiriſchen Kenntniſſen und von philoſophiſchem Verſtändniß der biologi-*

ſchen Erſcheinungen kann die unerſchütterliche Ueberzeugung von der Wahrheit der Deſcendenztheorie nicht gewonnen werden.

Nun bitte ich Sie, gegenüber dieſer erſten Vorbedingung für das wahre Verſtändniß der Deſcendenztheorie, die bunte Menge von Leuten zu betrachten, die ſich herausgenommen haben, über dieſelbe mündlich oder ſchriftlich ein vernichtendes Urtheil zu fällen! Die meiſten derſelben ſind Laien, welche die wichtigſten biologiſchen Erſcheinungen entweder gar nicht kennen, oder doch keine Vorſtellung von ihrer tieferen Bedeutung beſitzen. Was würden Sie von einem Laien ſagen, der über die Zellentheorie urtheilen wollte, ohne jemals Zellen geſehen zu haben, oder über die Wirbeltheorie, ohne jemals vergleichende Anatomie getrieben zu haben? Und doch begegnen Sie ſolchen lächerlichen Anmaßungen in der Geſchichte der biologiſchen Deſcendenztheorie alle Tage! Sie hören Tauſende von Laien und von Halbgebildeten darüber ein entſcheidendes Urtheil fällen, die weder von Botanik, noch von Zoologie, weder von vergleichender Anatomie, noch von Gewebelehre, weder von Paläontologie, noch von Embryologie Etwas wiſſen. Daher kommt es, daß, wie Huxley treffend ſagt, die allermeiſten gegen Darwin veröffentlichten Schriften das Papier nicht werth ſind, auf dem ſie geſchrieben wurden.

Sie könnten mir einwenden, daß ja unter den Gegnern der Deſcendenztheorie doch auch viele Naturforſcher, und ſelbſt manche berühmte Zoologen und Botaniker ſind. Dieſe letzteren ſind jedoch meiſt ältere Gelehrte, die in ganz entgegengeſetzten Anſchauungen alt geworden ſind, und denen man nicht zumuthen kann, noch am Abend ihres Lebens ſich einer Reform ihrer, zur feſten Gewohnheit gewordenen, Weltanſchauung zu unterziehen. Sodann muß aber auch ausdrücklich hervorgehoben werden, daß nicht nur eine allgemeine Ueberſicht des ganzen biologiſchen Erſcheinungsgebietes, ſondern auch ein philoſophiſches Verſtändniß deſſelben nothwendige Vorbedingungen für die volle Werthſchätzung der Deſcendenztheorie ſind. Nun finden Sie aber gerade dieſe unerläßlichen Vorbedingungen bei dem

größten Theile der heutigen Naturforſcher leider keineswegs erfüllt. Die Unmaſſe von neuen empiriſchen Thatſachen, mit denen uns die rieſigen Fortſchritte der neueren Naturwiſſenſchaft bekannt gemacht haben, hat eine vorherrſchende Neigung für das ſpecielle Studium einzelner Erſcheinungen und kleiner engbegrenzter Erfahrungsgebiete herbeigeführt. Darüber wird die Erkenntniß der übrigen Theile und namentlich des großen umfaſſenden Naturganzen meiſt völlig vernachläſſigt. Jeder, der geſunde Augen und ein Mikroſkop zum Beobachten, Fleiß und Geduld zum Sitzen hat, kann heutzutage durch mikroſkopiſche „Entdeckungen“ eine gewiſſe Berühmtheit erlangen, ohne doch den Namen eines Naturforſchers zu verdienen. Dieſer gebührt nur dem, der nicht bloß die einzelnen Erſcheinungen zu kennen, ſondern auch deren urſächlichen Zuſammenhang zu erkennen ſtrebt. Noch heute unterſuchen und beſchreiben die meiſten Paläontologen die Verſteinerungen, ohne die wichtigſten Thatſachen der Embryologie zu kennen. Andrerſeits verfolgen die Embryologen die Entwickelungsgeſchichte des einzelnen organiſchen Individuums, ohne eine Ahnung von der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte des ganzen zugehörigen Stammes zu haben, von welcher die Verſteinerungen berichten. Und doch ſtehen dieſe beiden Zweige der organiſchen Entwickelungsgeſchichte, die Ontogenie oder die Geſchichte des Individuums, und die Phylogenie oder die Geſchichte des Stammes, im engſten urſächlichen Zuſammenhang, und die eine iſt ohne die andere gar nicht zu verſtehen. Aehnlich ſteht es mit dem ſyſtematiſchen und dem anatomiſchen Theile der Biologie. Noch heute giebt es in der Zoologie und Botanik zahlreiche Syſtematiker, welche in dem Irrthum arbeiten, durch bloße ſorgfältige Unterſuchung der äußeren und leicht zugänglichen Körperformen, ohne die tiefere Kenntniß ihres inneren Baues, das natürliche Syſtem der Thiere und Pflanzen conſtruiren zu können. Andrerſeits giebt es Anatomen und Hiſtologen, welche das eigentliche Verſtändniß des Thier- und Pflanzenkörpers bloß durch die genaueſte Erforſchung des inneren Körperbaues einer einzelnen Species, ohne die vergleichende Betrachtung der ge-

sammten Körperform bei allen verwandten Organismen, gewinnen zu können meinen. Und doch steht auch hier, wie überall, Inneres und Aeußeres, Vererbtes und Angepaßtes in der engsten Wechselbeziehung, und das Einzelne kann nie ohne Vergleichung mit dem zugehörigen Ganzen wirklich verstanden werden. Jenen einseitigen Facharbeitern möchten wir daher mit Goethe zurufen:

„Müsset im Naturbetrachten
„Immer Eins wie Alles achten.
„Nichts ist drinnen, Nichts ist draußen,
„Denn was innen, das ist außen."

und weiterhin:

„Natur hat weder Kern noch Schale,
„Alles ist sie mit einem Male."

Noch viel nachtheiliger aber, als jene einseitige Richtung, ist für das allgemeine Verständniß des Naturganzen der Mangel an philosophischer Bildung, durch welchen sich die meisten Naturforscher der Gegenwart auszeichnen. Die vielfachen Verirrungen der früheren speculativen Naturphilosophie, aus dem ersten Drittel unseres Jahrhunderts, haben bei den exacten empirischen Naturforschern die ganze Philosophie in einen solchen Mißcredit gebracht, daß dieselben in dem sonderbaren Wahne leben, das Gebäude der Naturwissenschaft aus bloßen Thatsachen, ohne philosophische Verknüpfung derselben, aus bloßen Kenntnissen, ohne Verständniß derselben, aufbauen zu können. Während aber ein rein speculatives, absolut philosophisches Lehrgebäude, welches sich nicht um die unerläßliche Grundlage der empirischen Thatsachen kümmert, ein Luftschloß wird, das die erste beste Erfahrung über den Haufen wirft, so bleibt andrerseits ein rein empirisches, absolut aus Thatsachen zusammengesetztes Lehrgebäude ein wüster Steinhaufen, der nimmermehr den Namen eines Gebäudes verdienen wird. Die nackten, durch die Erfahrung festgestellten Thatsachen sind immer nur die rohen Bausteine, und ohne die denkende Verwerthung, ohne die philosophische Verknüpfung derselben kann keine Wissenschaft sich aufbauen. Wie ich Ihnen schon früher eindringlich

vorzustellen versuchte, entsteht nur durch die innigste Wechselwirkung und gegenseitige Durchdringung von Empirie und Philosophie das unerschütterliche Gebäude der wahren, monistischen Wissenschaft, und was dasselbe ist, der Naturwissenschaft.

Aus dieser beklagenswerthen Entfremdung der Naturforschung von der Philosophie, und aus dem rohen Empirismus, der heutzutage leider von den meisten Naturforschern als „exacte Wissenschaft" gepriesen wird, entspringen jene seltsamen Quersprünge des Verstandes, jene groben Verstöße gegen die elementare Logik, jenes Unvermögen zu den einfachsten Schlußfolgerungen, denen Sie heutzutage auf allen Wegen der Naturwissenschaft, ganz besonders aber in der Zoologie und Botanik begegnen können. Hier rächt sich die Vernachlässigung der philosophischen Bildung und Schulung des Geistes unmittelbar auf das Empfindlichste. Es ist daher nicht zu verwundern, wenn Vielen jener rohen Empiriker auch die tiefe innere Wahrheit der Descendenztheorie gänzlich verschlossen bleibt. Wie das triviale Sprichwort sehr treffend sagt, „sehen sie den Wald vor lauter Bäumen nicht". Nur durch allgemeinere philosophische Studien, durch Erweiterung des Gesichtskreises und namentlich durch strengere logische Erziehung des Verstandes kann diesem schlimmen Uebelstande auf die Dauer abgeholfen werden.

Wenn Sie dieses Verhältniß recht erwägen, und mit Bezug auf die empirische Begründung der philosophischen Entwickelungstheorie weiter darüber nachdenken, so wird es Ihnen auch alsbald klar werden, wie es sich mit den vielfach geforderten Beweisen für die Descendenztheorie verhält. Je mehr sich die Abstammungslehre in den letzten Jahren allgemein Bahn gebrochen hat, je mehr sich alle wirklich denkenden jüngeren Naturforscher und alle wirklich biologisch gebildeten Philosophen von ihrer inneren Wahrheit und Unentbehrlichkeit überzeugt haben, desto lauter haben die Gegner derselben nach thatsächlichen Beweisen dafür gerufen. Dieselben Leute, welche kurz nach dem Erscheinen von Darwin's Werke dasselbe für

ein „bodenloſes Phantaſiegebäude“, für eine „willkürliche Speculation“, für einen „geiſtreichen Traum“ erklärten, dieſelben laſſen ſich jetzt gütig zu der Erklärung herab, daß die Deſcendenztheorie allerdings eine wiſſenſchaftliche „Hypotheſe“ ſei, daß dieſelbe aber erſt noch „bewieſen“ werden müſſe. Wenn dieſe Aeußerungen von Leuten geſchehen, die nicht die erforderliche empiriſch-philoſophiſche Bildung, die nicht die nöthigen Kenntniſſe in der vergleichenden Anatomie, Embryologie und Paläontologie beſitzen, ſo läßt man ſich das gefallen, und verweiſt ſie auf die in jenen Wiſſenſchaften niedergelegten Argumente. Wenn aber die gleichen Aeußerungen von anerkannten Fachmännern geſchehen, von Lehrern der Zoologie und Botanik, die doch von Rechtswegen einen Ueberblick über das Geſammtgebiet ihrer Wiſſenſchaft beſitzen ſollten, oder die wirklich mit den Thatſachen jener genannten Wiſſenſchaftsgebiete vertraut ſind, dann weiß man in der That nicht, was man dazu ſagen ſoll. Diejenigen, denen ſelbſt der jetzt bereits gewonnene Schatz an empiriſcher Naturkenntniß nicht genügt, um darauf die Deſcendenztheorie ſicher zu begründen, die werden auch durch keine andere, etwa noch ſpäter zu entdeckende Thatſache von ihrer Wahrheit überzeugt werden. Denn man kann ſich keine Verhältniſſe vorſtellen, welche ſtärkeres und vollgültigeres Zeugniß für die Wahrheit der Abſtammungslehre ablegen könnten, als es z. B die bekannten Thatſachen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie ſchon jetzt thun. Alle großen Thatſachen-Gruppen und alle umfaſſenden Erſcheinungsreihen der verſchiedenſten biologiſchen Gebiete können einzig und allein durch die Entwickelungstheorie mechaniſch erklärt und verſtanden werden; ohne dieſelbe bleiben ſie gänzlich unerklärt und unbegriffen. Sie alle begründen in ihrem inneren urſächlichen Zuſammenhang die Deſcendenztheorie als das größte biologiſche Inductionsgeſetz. Gerade in dieſem inneren, einheitlichen und mechaniſchen Cauſal-Nexus liegt ihre feſte Macht. Die empiriſchen Fundamente dieſes Inductionsgeſetzes, jene umfaſſenden biologiſchen Thatſachen-Gruppen, ſind folgende:

1) Die paläontologiſchen Thatſachen: das ſtufenweiſe Auftreten der Verſteinerungen und die hiſtoriſche Reihenfolge der ausgeſtorbenen Arten und Artengruppen, die Erſcheinung des paläontologiſchen Artenwechſels und insbeſondere die fortſchreitende Differenzirung und Vervollkommnung der Thier- und Pflanzengruppen in den auf einander folgenden Perioden der Erdgeſchichte. Die mechaniſche Erklärung dieſer paläontologiſchen Erſcheinungen giebt die Stammesgeſchichte oder Phylogenie.

2) Die ontogenetiſchen Thatſachen: Die Erſcheinungen der Keimesgeſchichte oder Ontogenie, der individuellen Entwickelungsgeſchichte der Organismen (Embryologie und Metamorphologie); die ſtufenweiſen Veränderungen in der allmählichen Ausbildung des Körpers und ſeiner einzelnen Organe, namentlich die fortſchreitende Differenzirung und Vervollkommnung der Organe und Körpertheile in den auf einander folgenden Perioden der individuellen Entwickelung. Die mechaniſche Erklärung dieſer ontogenetiſchen Erſcheinungen giebt das biogenetiſche Grundgeſetz.

3) Die morphologiſchen Thatſachen: die Erſcheinungen der vergleichenden Anatomie der Organismen; die weſentliche Uebereinſtimmung des inneren Baues der verwandten Organismen, trotz der größten Verſchiedenheit der äußeren Form bei den verſchiedenen Arten. Die mechaniſche Erklärung dieſer morphologiſchen Erſcheinungen giebt die Deſcendenztheorie, indem ſie die innere Uebereinſtimmung des Baues von der Vererbung, die äußere Ungleichheit der Körperform von der Anpaſſung ableitet.

4) Der Parallelismus der phylogenetiſchen und ontogenetiſchen Thatſachen: die harmoniſche Uebereinſtimmung zwiſchen der individuellen Entwickelungsgeſchichte der Organismen und der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte der Arten und Stämme. Die mechaniſche Erklärung dieſes Parallelismus giebt das biogenetiſche Grundgeſetz, indem es einen inneren urſächlichen Zuſammenhang zwiſchen beiden Entwickelungsreihen durch die Geſetze der

Vererbung und Anpaſſung thatſächlich begründet: „Die Keimesgeſchichte iſt ein Auszug der Stammesgeſchichte.“

5) Der Parallelismus der morphologiſchen und genetiſchen Thatſachen: die harmoniſche Uebereinſtimmung zwiſchen der ſtufenweiſen Ausbildung, der fortſchreitenden Differenzirung und Vervollkommnung, wie ſie uns durch die vergleichende Anatomie auf der einen Seite, durch die Ontogenie und Paläontologie auf der anderen Seite klar vor Augen gelegt werden. Die mechaniſche Erklärung dieſes Parallelismus giebt die Annahme eines inneren urſächlichen Zuſammenhanges zwiſchen den Erſcheinungen der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeſchichte.

6) Die dysteleologiſchen Thatſachen: die höchſt wichtigen und intereſſanten Erſcheinungen der verkümmerten und entarteten, zweckloſen und unthätigen Körpertheile. Die mechaniſche Erklärung derſelben giebt die Unzweckmäßigkeitslehre oder Dysteleologie, einer der wichtigſten und intereſſanteſten Theile der vergleichenden Anatomie.

7) Die ſyſtematiſchen Thatſachen: die natürliche Gruppirung aller verſchiedenen Formen von Thieren, Pflanzen und Protiſten in zahlreiche, kleinere und größere, neben und über einander geordnete Gruppen; der formverwandtſchaftliche Zuſammenhang der Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen, Claſſen, Stämme u. ſ. w.; ganz beſonders aber die baumförmig verzweigte Geſtalt des natürlichen Syſtems, welche aus einer naturgemäßen Anordnung und Zuſammenſtellung aller dieſer Gruppenſtufen oder Kategorien ſich von ſelbſt ergiebt. Die mechaniſche Erklärung dieſer ſtufenweis verſchiedenen Formverwandtſchaft giebt die Annahme, daß ſie Ausdruck der wirklichen Blutsverwandtſchaft iſt; die Baumform des natürlichen Syſtems iſt nur als wirklicher Stammbaum der Organismen zu begreifen.

8) Die chorologiſchen Thatſachen: die räumliche Verbreitung der organiſchen Species, ihre geographiſche und topographiſche Vertheilung über die Erdoberfläche; über die ver-

ſchiedenen Provinzen der Erdtheile und in den differenten Klimaten; über die Höhen der Gebirge und die Tiefen des Meeres. Die mechaniſche Erklärung dieſer chorologiſchen Erſcheinungen giebt die Migrationstheorie, die Annahme, daß jede Organismenart von einem ſogenannten „Schöpfungsmittelpunkte“ (richtiger „Urheimath“ oder „Ausbreitungscentrum“ genannt) ausgeht, d. h. von einem einzigen Orte, an welchem dieſelbe einmal entſtand, und von dem aus ſie ſich verbreitete.

9) Die oecologiſchen Thatſachen: die höchſt mannichfaltigen und verwickelten Beziehungen der Organismen zur umgebenden Außenwelt, zu den organiſchen und anorgiſchen Exiſtenzbedingungen; die ſogenannte „Oeconomie der Natur“, die Wechſelbeziehungen aller Organismen, welche an einem und demſelben Orte mit einander leben. Die mechaniſche Erklärung dieſer oecologiſchen Erſcheinungen giebt die Lehre von der Anpaſſung der Organismen an ihre Umgebung; ihre Umbildung durch den Kampf um's Daſein, durch den Paraſitismus u. ſ. w.; während dieſe Erſcheinungen der „Naturoeconomie“, bei oberflächlicher Betrachtung als die weiſen Einrichtungen eines planmäßig wirkenden Schöpfers erſcheinen, zeigen ſie ſich bei tieferem Eingehen als die nothwendigen Folgen mechaniſcher Urſachen (Anpaſſungen).

10) Die Thatſachen der zuſammenhängenden hiſtoriſchen Entwickelung aller Organismen, wie ſie unter unſern Augen jederzeit vor ſich geht und einen tiefen inneren Zuſammenhang zwiſchen allen genannten und allen übrigen Erſcheinungsreihen in der Zoologie, Protiſtik und Botanik beweiſt. Die mechaniſche Erklärung dieſes einheitlichen Zuſammenhanges aller biologiſchen Phänomene giebt die Deſcendenztheorie, indem ſie die gemeinſame Abſtammung aller verſchiedenartigen Organismen von einer einzigen, oder mehreren, abſolut einfachen Stammformen, gleich den organloſen Moneren annimmt. Dadurch wirft ſie ſowohl auf jene einzelnen Erſcheinungsreihen, als auf die Geſammtheit derſelben ein erklärendes

Licht, ohne welches sie uns in ihrem inneren ursächlichen Zusammenhang ganz unverständlich bleiben.

Auf Grund der angeführten großartigen Zeugnisse würden wir Lamarck's Descendenztheorie zur Erklärung der biologischen Phänomene selbst dann annehmen müssen, wenn wir nicht Darwin's Selectionstheorie besäßen. Nun kommt aber dazu, daß die erstere durch die letztere so vollständig direct bewiesen und durch mechanische Ursachen begründet wird, wie wir es nur verlangen können. Die Gesetze der Vererbung und der Anpassung sind allgemein anerkannte physiologische Thatsachen; jene sind auf die Fortpflanzung, diese auf die Ernährung der Zellen zurückführbar. Andrerseits ist der Kampf um's Dasein eine biologische Thatsache, welche mit mathematischer Nothwendigkeit aus dem allgemeinen Mißverhältniß zwischen der Durchschnittszahl der organischen Individuen und der Ueberzahl ihrer Keime folgt. Indem aber Anpassung und Vererbung im Kampf um's Dasein sich in beständiger Wechselwirkung befinden, folgt daraus unvermeidlich die natürliche Züchtung, welche überall und beständig umbildend auf die organischen Arten einwirkt, und neue Arten durch Divergenz des Charakters erzeugt. Besonders begünstigt wird ihre Wirksamkeit noch durch die überall stattfindenden activen und passiven Wanderungen der Organismen. Wenn wir diese Umstände recht in Erwägung ziehen, so erscheint uns die beständige und allmähliche Umbildung oder Transmutation der organischen Species als ein biologischer Proceß, welcher nach dem Causalgesetz mit Nothwendigkeit aus der eigenen Natur der Organismen und ihren gegenseitigen Wechselbeziehungen folgen muß.

Daß auch der Ursprung des Menschen aus diesem allgemeinen organischen Umbildungsvorgang erklärt werden muß, und daß er sich aus diesem ebenso einfach als natürlich erklärt, glaube ich Ihnen im vorletzten Vortrage hinreichend bewiesen zu haben. Ich kann aber hier nicht umhin, Sie nochmals auf den ganz unzertrennlichen Zusammenhang dieser sogenannten „Affenlehre" oder „Pithecoidentheorie" mit der gesammten Descendenztheorie hinzuweisen. Wenn die letztere

das größte Inductionsgeſetz der Biologie iſt, ſo folgt daraus die erſtere mit Nothwendigkeit, als das wichtigſte Deductionsgeſetz derſelben. Beide ſtehen und fallen mit einander. Da auf das richtige Verſtändniß dieſes Satzes, den ich für höchſt wichtig halte und deshalb ſchon mehrmals hervorgehoben habe, hier Alles ankommt, ſo erlauben Sie mir, denſelben jetzt noch an einigen Beiſpielen zu erläutern.

Bei allen Säugethieren, die wir kennen, iſt der Centraltheil des Nervenſyſtems das Rückenmark und das Gehirn. Wir ziehen daraus den allgemeinen Inductionsſchluß, daß alle Säugethiere ohne Ausnahme, die ausgeſtorbenen und die uns noch unbekannten lebenden Arten, eben ſo gut wie die von uns unterſuchten Species, ein gleiches Gehirn und Rückenmark beſitzen. Wenn nun irgendwo eine neue Säugethierart entdeckt wird, z. B. eine neue Beutelthierart, oder eine neue Affenart, ſo weiß jeder Zoolog von vorn herein, ohne den inneren Bau derſelben unterſucht zu haben, ganz beſtimmt, daß dieſe Species ebenfalls ein Gehirn und ein Rückenmark beſitzen muß. Keinem einzigen Naturforſcher fällt es ein, daran zu zweifeln, und etwa zu denken, daß das Centralnervenſyſtem bei dieſer neuen Säugethierart möglicherweiſe aus einem Bauchmark mit Schlundring, wie bei den Gliederthieren, oder aus zerſtreuten Knotenpaaren, wie bei den Weichthieren beſtehen könnte. Jener ganz beſtimmte und ſichere Schluß, welcher doch auf gar keiner unmittelbaren Erfahrung beruht, iſt ein Deductionsſchluß. Bei allen Säugethieren entwickelt ſich ferner frühzeitig im Embryo eine blaſenförmige Allantois. Nur beim Menſchen war dieſelbe bisher noch nicht beobachtet. Trotzdem habe ich in meiner 1874 erſchienenen Anthropogenie[56]) die Exiſtenz derſelben beim Menſchen beſtimmt behauptet, und wurde dafür der „Fälſchung der Wiſſenſchaft“ angeklagt. Erſt ein Jahr ſpäter (1875) wurde die blaſenförmige Allantois beim menſchlichen Embryo wirklich beobachtet, und ſo meine auf Induction gegründete Deduction thatſächlich beſtätigt. Ebenſo begründete Goethe, wie ich in einem früheren Vortrage zeigte, aus der vergleichenden Anatomie der Säugethiere den allgemeinen Inductionsſchluß, daß dieſelben ſämmtlich einen

Zwiſchenkiefer beſitzen, und zog daraus ſpäter den beſonderen Deductionsſchluß, daß auch der Menſch, der in allen übrigen Beziehungen nicht weſentlich von den anderen Säugethieren verſchieden ſei, einen ſolchen Zwiſchenkiefer beſitzen müſſe. Er behauptete dieſen Schluß, ohne den Zwiſchenkiefer des Menſchen wirklich geſehen zu haben, und bewies deſſen Exiſtenz erſt nachträglich durch die wirkliche Beobachtung (S. 76).

Die Induction iſt alſo ein logiſches Schlußverfahren aus dem Beſonderen auf das Allgemeine, aus vielen einzelnen Erfahrungen auf ein allgemeines Geſetz, die Deduction dagegen ſchließt aus dem Allgemeinen auf das Beſondere, aus einem allgemeinen Naturgeſetze auf einen einzelnen Fall. So iſt nun auch ohne allen Zweifel die Deſcendenztheorie ein durch alle genannten biologiſchen Erfahrungen empiriſch begründetes großes Inductionsgeſetz; die Pithecoidentheorie dagegen, die Behauptung, daß der Menſch ſich aus niederen, und zunächſt aus affenartigen Säugethieren, entwickelt habe, ein einzelnes Deductionsgeſetz, welches mit jenem allgemeinen Inductionsgeſetze unzertrennlich verbunden iſt.

Der Stammbaum des Menſchengeſchlechts, deſſen ungefähre Umriſſe ich Ihnen im vorletzten Vortrage angedeutet und den ich in meiner Anthropogenie ausführlich begründet habe[16]), bleibt natürlich (gleich allen vorher erörterten Stammbäumen der Thiere und Pflanzen) in ſeinen Einzelheiten nur eine mehr oder weniger annähernde genealogiſche Hypotheſe. Dies thut aber der Anwendung der Deſcendenztheorie auf den Menſchen im Ganzen keinen Eintrag. Hier, wie bei allen Unterſuchungen über die Abſtammungsverhältniſſe der Organismen, müſſen Sie wohl unterſcheiden zwiſchen der allgemeinen oder generellen Deſcendenz-Theorie, und der beſonderen oder ſpeciellen Deſcendenz-Hypotheſe. Die allgemeine Abſtammungs-Theorie beanſprucht volle und bleibende Geltung, weil ſie durch alle vorher genannten allgemein biologiſchen Erſcheinungsreihen und durch deren inneren urſächlichen Zuſammenhang inductiv begründet wird. Jede beſondere Abſtammungs-Hypotheſe dagegen iſt in ihrer ſpeciellen

Geltung durch den jeweiligen Zuſtand unſerer biologiſchen Erkenntniß bedingt, und durch die Ausdehnung der objectiven empiriſchen Grundlage, auf welche wir durch ſubjective Schlüſſe dieſe Hypotheſe deductiv gründen. Daher beſitzen alle einzelnen Verſuche zur Erkenntniß des Stammbaums irgend einer Organismengruppe immer nur einen zeitweiligen und bedingten Werth, und unſere ſpecielle Hypotheſe darüber wird immer mehr vervollkommnet werden, je weiter wir in der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie der betreffenden Gruppe fortſchreiten. Je mehr wir uns dabei aber in genealogiſche Einzelheiten verlieren, je weiter wir die einzelnen Aeſte und Zweige des Stammbaums verfolgen, deſto unſicherer und ſubjectiver wird, wegen der Unvollſtändigkeit der empiriſchen Grundlagen, unſere ſpecielle Abſtammungs-*Hypotheſe*. Dies thut jedoch der Sicherheit der generellen Abſtammungs-*Theorie* keinen Abbruch. So erleidet es denn auch keinen Zweifel, daß wir die Abſtammung des Menſchen zunächſt aus affenartigen, weiterhin aus niederen Säugethieren, und ſo immer weiter aus immer tieferen Stufen des Wirbelthierſtammes, bis zu deſſen tiefſten wirbelloſen Wurzeln, ja bis zu einer einfachen Plaſtide herunter, als allgemeine *Theorie* mit voller Sicherheit behaupten können und müſſen. Dagegen wird die ſpecielle Verfolgung des menſchlichen Stammbaums, die nähere Beſtimmung der uns bekannten Thierformen, welche entweder wirklich zu den Vorfahren des Menſchen gehörten oder dieſen wenigſtens nächſtſtehende Blutsverwandte waren, ſtets eine mehr oder minder annähernde Deſcendenz-*Hypotheſe* bleiben. Dieſe läuft um ſo mehr Gefahr, ſich von dem wirklichen Stammbaum zu entfernen, je näher ſie demſelben durch Aufſuchung der einzelnen Ahnenformen zu kommen ſucht. Das iſt mit Nothwendigkeit durch die ungeheure Lückenhaftigkeit unſerer paläontologiſchen Kenntniſſe bedingt, welche unter keinen Umſtänden jemals eine annähernde Vollſtändigkeit erreichen werden.

Aus der denkenden Erwägung dieſes wichtigen Verhältniſſes ergiebt ſich auch bereits die Antwort auf eine Frage, welche gewöhnlich zunächſt bei Beſprechung dieſes Gegenſtandes aufgeworfen wird, näm-

lich die Frage nach den wissenschaftlichen Beweisen für den thierischen Ursprung des Menschengeschlechts. Nicht allein die Gegner der Descendenztheorie, sondern auch viele Anhänger derselben, denen die gehörige philosophische Bildung mangelt, pflegen dabei vorzugsweise an einzelne Erfahrungen, an specielle empirische Fortschritte der Naturwissenschaft zu denken. Man erwartet, daß plötzlich die Entdeckung einer geschwänzten Menschenrasse oder einer sprechenden Affenart, oder einer anderen lebenden oder fossilen Uebergangsform zwischen Menschen und Affen, die zwischen beiden bestehende enge Kluft noch mehr ausfüllen und somit die Abstammung des Menschen vom Affen empirisch „beweisen" soll. Derartige einzelne Erfahrungen, und wären sie anscheinend noch so überzeugend und beweiskräftig, können aber niemals den gewünschten Beweis liefern. Gedankenlose oder mit den biologischen Erscheinungsreihen unbekannte Leute werden jenen einzelnen Zeugnissen immer dieselben Einwände entgegenhalten können, die sie unserer Theorie auch jetzt entgegenhalten.

Die unumstößliche Sicherheit der Descendenz-Theorie, auch in ihrer Anwendung auf den Menschen, liegt vielmehr viel tiefer, und kann niemals blos durch einzelne empirische Erfahrungen, sondern nur durch philosophische Vergleichung und Verwerthung unseres gesammten biologischen Erfahrungsschatzes in ihrem wahren inneren Werthe erkannt werden. Sie liegt eben darin, daß die Descendenztheorie als ein allgemeines Inductionsgesetz aus der vergleichenden Synthese aller organischen Naturerscheinungen, und insbesondere aus der dreifachen Parallele der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Phylogenie mit Nothwendigkeit folgt; und die Pithecoidentheorie bleibt unter allen Umständen (ganz abgesehen von allen Einzelbeweisen) ein specieller Deductionsschluß, welcher wieder aus dem generellen Inductionsgesetz der Descendenztheorie mit Nothwendigkeit gefolgert werden muß.

Auf das richtige Verständniß dieser philosophischen Begründung der Descendenztheorie und der mit ihr unzertrennlich verbundenen Pithecoidentheorie kommt meiner Ansicht nach Alles an. Viele von Ihnen werden mir dies vielleicht zugeben, aber mir zugleich

entgegenhalten, daß das Alles nur von der körperlichen, nicht von der geistigen Entwickelung des Menschen gelte. Da wir nun bisher uns bloß mit der ersteren beschäftigt haben, so ist es wohl nothwendig, hier auch noch auf die letztere einen Blick zu werfen, und zu zeigen, daß auch sie jenem großen allgemeinen Entwickelungsgesetze unterworfen ist. Dabei ist es vor Allem nothwendig, sich in's Gedächtniß zurückzurufen, wie überhaupt das Geistige vom Körperlichen nie völlig geschieden werden kann, beide Seiten der Natur vielmehr unzertrennlich verbunden sind, und in der innigsten Wechselwirkung mit einander stehen. Wie schon Goethe klar aussprach, „kann die Materie nie ohne Geist, der Geist nie ohne Materie existiren und wirksam sein". Der künstliche Zwiespalt, welchen die falsche dualistische und teleologische Philosophie der Vergangenheit zwischen Geist und Körper, zwischen Kraft und Stoff aufrecht erhielt, ist durch die Fortschritte der Naturerkenntniß und namentlich der Entwickelungslehre aufgelöst, und kann gegenüber der siegreichen mechanischen und monistischen Philosophie unserer Zeit nicht mehr bestehen. Wie demgemäß die Menschennatur in ihrer Stellung zur übrigen Welt aufgefaßt werden muß, hat in neuerer Zeit besonders Radenhausen in seinen vortrefflichen Werken: „Isis" und „Osiris"[33]), sowie Carus Sterne in seiner vorzüglichen „Entwickelungsgeschichte des Weltganzen, Werden und Vergehen" einleuchtend gezeigt[26]).

Was nun speciell den Ursprung des menschlichen Geistes oder der Seele des Menschen betrifft, so nehmen wir zunächst an jedem menschlichen Individuum wahr, daß sich dieselbe von Anfang an schrittweise und allmählich entwickelt, eben so wie der Körper. Wir sehen am neugeborenen Kinde, daß dasselbe weder selbstständiges Bewußtsein, noch überhaupt klare Vorstellungen besitzt. Diese entstehen erst allmählich, wenn mittelst der sinnlichen Erfahrung die Erscheinungen der Außenwelt auf das Centralnervensystem einwirken. Aber noch entbehrt das kleine Kind aller jener differenzirten Seelenbewegungen, welche der erwachsene Mensch erst durch langjährige Erfahrung erwirbt. Aus dieser stufenweisen Entwickelung der Menschenseele in

jedem einzelnen Individuum können wir nun, gemäß dem innigen ursächlichen Zusammenhang zwischen Keimes- und Stammesgeschichte unmittelbar auf die stufenweise Entwickelung der Menschenseele in der ganzen Menschheit und weiterhin in dem ganzen Wirbelthierstamme zurückschließen. In unzertrennlicher Verbindung mit dem Körper hat auch der Geist des Menschen alle jene langsamen Stufen der Entwickelung, alle jene einzelnen Schritte der Differenzirung und Vervollkommnung durchmessen müssen, von welchen Ihnen die hypothetische Ahnenreihe des Menschen im vorletzten Vortrage ein ungefähres Bild gegeben hat.

Allerdings pflegt gerade diese Vorstellung bei den meisten Menschen, wenn sie zuerst mit der Entwickelungslehre bekannt werden, den größten Anstoß zu erregen, weil sie am meisten den hergebrachten mythologischen Anschauungen und den durch ein Alter von Jahrtausenden geheiligten Vorurtheilen widerspricht. Allein eben so gut wie alle anderen Functionen der Organismen muß nothwendig auch die Menschenseele sich historisch entwickelt haben, und die vergleichende Seelenlehre oder die empirische Psychologie der Thiere zeigt uns klar, daß diese Entwickelung nur gedacht werden kann als eine stufenweise Hervorbildung aus der Wirbelthierseele, als eine allmähliche Differenzirung und Vervollkommnung, welche erst im Laufe vieler Jahrtausende zu dem herrlichen Triumph des Menschengeistes über seine niederen thierischen Ahnenstufen geführt hat. Hier, wie überall, ist die Untersuchung der Entwickelung und die Vergleichung der verwandten Erscheinungen der einzige Weg, um zur Erkenntniß der natürlichen Wahrheit zu gelangen. Wir müssen also vor Allem, wie wir es auch bei Untersuchung der körperlichen Entwickelung thaten, die höchsten thierischen Erscheinungen einerseits mit den niedersten thierischen, andrerseits mit den niedersten menschlichen Erscheinungen vergleichen. Das Endresultat dieser Vergleichung ist, daß zwischen den höchstentwickelten Thierseelen und den tiefstentwickelten Menschenseelen nur ein geringer quantitativer, aber kein qualitativer Unterschied existirt, und daß dieser Unterschied viel geringer ist, als der Unterschied zwi-

schen den niedersten und höchsten Menschenseelen, oder als der Unterschied zwischen den höchsten und niedersten Thierseelen.

Um sich von der Begründung dieses wichtigen Resultates zu überzeugen, muß man vor Allem das Geistesleben der wilden Naturvölker und der Kinder vergleichend studiren [51]). Auf der tiefsten Stufe menschlicher Geistesbildung stehen die Australier, einige Stämme der polynesischen Papuas, und in Afrika die Buschmänner, die Hottentotten und einige Stämme der Neger. Die Sprache, der wichtigste Charakter des echten Menschen, ist bei ihnen auf der tiefsten Stufe der Ausbildung stehen geblieben, und damit natürlich auch die Begriffsbildung. Manche dieser wilden Stämme haben nicht einmal eine Bezeichnung für Thier, Pflanze, Ton, Farbe und dergleichen einfachste Begriffe, wogegen sie für jede einzelne auffallende Thier- oder Pflanzenform, für jeden einzelnen Ton oder Farbe ein Wort besitzen. Es fehlen also selbst die nächstliegenden Abstractionen. In vielen solcher Sprachen giebt es bloß Zahlwörter für Eins, Zwei und Drei; keine australische Sprache zählt über vier. Sehr viele wilde Völker können nur bis zehn oder zwanzig zählen, während man einzelne sehr gescheidte Hunde dazu gebracht hat, bis vierzig und selbst über sechzig zu zählen. Und doch ist die Zahl der Anfang der Mathematik! Einzelne von den wildesten Stämmen im südlichen Asien und östlichen Afrika haben von der ersten Grundlage aller menschlichen Gesittung, vom Familienleben und der Ehe, noch gar keinen Begriff. Sie leben in umherschweifenden Heerden beisammen, welche in ihrer ganzen Lebensweise mehr Aehnlichkeit mit wilden Affenheerden, als mit civilisirten Menschen-Staaten besitzen. Alle Versuche, diese und viele andere Stämme der niederen Menschenarten der Cultur zugänglich zu machen, sind bisher gescheitert; es ist unmöglich, da menschliche Bildung pflanzen zu wollen, wo der nöthige Boden dazu, die menschliche Gehirnvervollkommnung, noch fehlt. Noch keiner von jenen Stämmen ist durch die Cultur veredelt worden; sie gehen nur rascher dadurch zu Grunde. Sie haben sich kaum über jene tiefste Stufe des Uebergangs vom Menschenaffen zum

Affenmenſchen erhoben, welche die Stammeltern der höheren Menſchenarten ſchon ſeit Jahrtauſenden überſchritten haben“).

Betrachten Sie nun auf der anderen Seite die höchſten Entwickelungsſtufen des Seelenlebens bei den höheren Wirbelthieren, namentlich Vögeln und Säugethieren. Wenn Sie in herkömmlicher Weiſe als die drei Hauptgruppen der verſchiedenen Seelenbewegungen das Empfinden, Wollen und Denken unterſcheiden, ſo finden Sie, daß in jeder dieſer Beziehungen die höchſt entwickelten Vögel und Säugethiere jenen niederſten Menſchenformen ſich an die Seite ſtellen, oder ſie ſelbſt entſchieden überflügeln. Der Wille iſt bei den höheren Thieren ebenſo entſchieden und ſtark, wie bei charaktervollen Menſchen entwickelt. Hier wie dort iſt er eigentlich niemals frei, ſondern ſtets durch eine Kette von urſächlichen Vorſtellungen bedingt (vergl. S. 212). Auch ſtufen ſich die verſchiedenen Grade des Willens, der Energie und der Leidenſchaft bei den höheren Thieren ebenſo mannichfaltig, als bei den Menſchen ab. Die Empfindungen der höheren Thiere ſind nicht weniger zart und warm, als die der Menſchen. Die Treue und Anhänglichkeit des Hundes, die Mutterliebe der Löwin, die Gattenliebe und eheliche Treue der Tauben und der Inſeparables iſt ſprüchwörtlich, und wie vielen Menſchen könnte ſie zum Muſter dienen! Wenn man hier die Tugenden als „Inſtincte“ zu bezeichnen pflegt, ſo verdienen ſie beim Menſchen ganz dieſelbe Bezeichnung. Was endlich das Denken betrifft, deſſen vergleichende Betrachtung zweifelsohne die meiſten Schwierigkeiten bietet, ſo läßt ſich doch ſchon aus der vergleichenden pſychologiſchen Unterſuchung, namentlich der cultivirten Hausthiere, ſo viel mit Sicherheit entnehmen, daß die Vorgänge des Denkens hier nach denſelben Geſetzen, wie bei uns, erfolgen. Ueberall liegen Erfahrungen den Vorſtellungen zu Grunde und vermitteln die Erkenntniß des Zuſammenhangs zwiſchen Urſache und Wirkung. Ueberall iſt es, wie beim Menſchen, der Weg der Induction und Deduction, welcher die Thiere zur Bildung der Schlüſſe führt. Offenbar ſtehen in allen dieſen Beziehungen die höchſt entwickelten Thiere dem Menſchen viel näher als den niederen Thieren, obgleich ſie durch eine lange Kette

von allmählichen Zwiſchenſtufen auch mit den letzteren verbunden ſind. In Wundts trefflichen Vorleſungen über die Menſchen- und Thierſeele[46]) finden ſich dafür eine Menge von Belegen.

Wenn Sie nun, nach beiden Richtungen hin vergleichend, die niederſten affenähnlichſten Menſchen, die Auſtralneger, Buſchmänner, Andamanen u. ſ. w. einerſeits mit dieſen höchſtentwickelten Thieren, z. B. Affen, Hunden, Elephanten, andrerſeits mit den höchſtentwickelten Menſchen, einem Ariſtoteles, Newton, Spinoza, Kant, Lamarck, Goethe zuſammenſtellen, ſo wird Ihnen die Behauptung nicht mehr übertrieben erſcheinen, daß das Seelenleben der höheren Säugethiere ſich ſtufenweiſe zu demjenigen des Menſchen entwickelt hat. Wenn Sie hier eine ſcharfe Grenze ziehen wollten, ſo müßten Sie dieſelbe geradezu zwiſchen den höchſtentwickelten Culturmenſchen einerſeits und den roheſten Naturmenſchen andrerſeits ziehen, und letztere mit den Thieren vereinigen. Das iſt in der That die Anſicht vieler Reiſender, welche jene niederſten Menſchenraſſen in ihrem Vaterlande andauernd beobachtet haben. So ſagt z. B. ein vielgereiſter Engländer, welcher längere Zeit an der afrikaniſchen Weſtküſte lebte: „den Neger halte ich für eine niedere Menſchenart (Species) und kann mich nicht entſchließen, als „Menſch und Bruder“ auf ihn herabzuſchauen, man müßte denn auch den Gorilla in die Familie aufnehmen“. Selbſt viele chriſtliche Miſſionäre, welche nach jahrelanger vergeblicher Arbeit von ihren fruchtloſen Civiliſationsbeſtrebungen bei den niederſten Völkern abſtanden, fällen daſſelbe harte Urtheil, und behaupten, daß man eher die bildungsfähigen Hausthiere, als dieſe unvernünftigen viehiſchen Menſchen zu einem geſitteten Culturleben erziehen könne. Der tüchtige öſterreichiſche Miſſionär Morlang z. B., welcher ohne allen Erfolg viele Jahre hindurch die affenartigen Negerſtämme am oberen Nil zu civiliſiren ſuchte, ſagt ausdrücklich, „daß unter ſolchen Wilden jede Miſſion durchaus nutzlos ſei. Sie ſtänden weit unter den unvernünftigen Thieren; dieſe letzteren legten doch wenigſtens Zeichen der Zuneigung gegen Diejenigen an den Tag, die freundlich gegen ſie ſind; während jene

viehischen Eingeborenen allen Gefühlen der Dankbarkeit völlig unzugänglich seien."

Wenn nun aus diesen und vielen anderen Zeugnissen zuverlässig hervorgeht, daß die geistigen Unterschiede zwischen den niedersten Menschen und den höchsten Thieren geringer sind, als diejenigen zwischen den niedersten und den höchsten Menschen, und wenn Sie damit die Thatsache zusammenhalten, daß bei jedem einzelnen Menschenkinde sich das Geistesleben aus dem tiefsten Zustande thierischer Bewußtlosigkeit heraus langsam, stufenweise und allmählich entwickelt, sollen wir dann noch daran Anstoß nehmen, daß auch der Geist des ganzen Menschengeschlechts sich in gleicher Art langsam und stufenweise historisch entwickelt hat? Und sollen wir in dieser Thatsache, daß die Menschenseele durch einen langen und langsamen Proceß der Differenzirung und Vervollkommnung sich ganz allmählich aus der Wirbelthierseele hervorgebildet hat, eine „Entwürdigung" des menschlichen Geistes finden? Ich gestehe Ihnen offen, daß diese letztere Anschauung, welche gegenwärtig von vielen Menschen der Pithecoidentheorie entgegengehalten wird, mir ganz unbegreiflich ist. Sehr richtig sagt darüber Bernhard Cotta in seiner trefflichen Geologie der Gegenwart: „Unsere Vorfahren können uns sehr zur Ehre gereichen; viel besser noch aber ist es, wenn wir ihnen zur Ehre gereichen" [11]).

Unsere Entwickelungslehre erklärt den Ursprung des Menschen und den Lauf seiner historischen Entwickelung in der einzig natürlichen Weise. Wir erblicken in seiner stufenweise aufsteigenden Entwickelung aus den niederen Wirbelthieren den höchsten Triumph der Menschennatur über die gesammte übrige Natur. Wir sind stolz darauf, unsere niederen thierischen Vorfahren so unendlich weit überflügelt zu haben, und entnehmen daraus die tröstliche Gewißheit, daß auch in Zukunft das Menschengeschlecht im Großen und Ganzen die ruhmvolle Bahn fortschreitender Entwickelung verfolgen, und eine immer höhere Stufe geistiger Vollkommenheit erklimmen wird. In diesem Sinne betrachtet, eröffnet uns die Descendenztheorie in ihrer

Anwendung auf den Menschen die ermuthigendste Aussicht in die Zukunft, und entkräftet alle Befürchtungen, welche man ihrer Verbreitung entgegengehalten hat.

Schon jetzt läßt sich mit Bestimmtheit voraussehen, daß der vollständige Sieg unserer Entwickelungslehre unermeßlich reiche Früchte tragen wird, Früchte, die in der ganzen Culturgeschichte der Menschheit ohne Gleichen sind. Die nächste und unmittelbarste Folge desselben, die gänzliche Reform der Biologie, wird nothwendig die noch wichtigere und folgenreichere Reform der Anthropologie nach sich ziehen. Aus dieser neuen Menschenlehre wird sich eine neue Philosophie entwickeln, nicht gleich den meisten der bisherigen luftigen Systeme auf metaphysische Speculationen, sondern auf den realen Boden der vergleichenden Zoologie gegründet. Wie aber diese neue monistische Philosophie uns einerseits erst das wahre Verständniß der wirklichen Welt erschließt, so wird sie andrerseits in ihrer segensreichen Anwendung auf das practische Menschenleben uns einen neuen Weg der moralischen Vervollkommnung eröffnen. Mit ihrer Hülfe werden wir endlich anfangen, uns aus dem traurigen Zustande socialer Barbarei emporzuarbeiten, in welchen wir, trotz der vielgerühmten Civilisation unseres Jahrhunderts, immer noch versunken sind. Denn leider ist nur zu wahr, was der berühmte Alfred Wallace in dieser Beziehung am Schlusse seines Reisewerks[36]) bemerkt: „Verglichen mit unseren erstaunlichen Fortschritten in den physikalischen Wissenschaften und in ihrer practischen Anwendung bleibt unser System der Regierung, der administrativen Justiz, der Nationalerziehung, und unsere ganze sociale und moralische Organisation in einem Zustande der Barbarei."

Diese sociale und moralische Barbarei werden wir nimmermehr durch die gekünstelte und geschraubte Erziehung, durch den einseitigen und mangelhaften Unterricht, durch die innere Unwahrheit und den äußeren Aufputz unserer heutigen Civilisation überwinden. Vielmehr ist dazu vor allem eine vollständige und aufrichtige Umkehr zur Natur und zu natürlichen Verhältnissen nothwendig. Diese Umkehr wird

aber erst möglich, wenn der Mensch seine wahre „Stellung in der Natur“ erkennt und begreift. Dann wird sich der Mensch, wie Fritz Ratzel treffend bemerkt, „nicht länger als eine Ausnahme von den Naturgesetzen betrachten, sondern wird endlich anfangen, das Gesetzmäßige in seinen eigenen Handlungen und Gedanken aufzusuchen, und streben, sein Leben den Naturgesetzen gemäß zu führen. Er wird dahin kommen, das Zusammenleben mit Seinesgleichen, d. h. die Familie und den Staat, nicht nach den Satzungen ferner Jahrhunderte, sondern nach den vernünftigen Principien einer naturgemäßen Erkenntniß einzurichten. Politik, Moral, Rechtsgrundsätze, welche jetzt noch aus allen möglichen Quellen gespeist werden, werden nur den Naturgesetzen entsprechend zu gestalten sein. Das menschenwürdige Dasein, von welchem seit Jahrtausenden gefabelt wird, wird endlich zur Wahrheit werden.“

Die höchste Leistung des menschlichen Geistes ist die vollkommene Erkenntniß, das entwickelte Menschenbewußtsein, und die daraus entspringende sittliche Thatkraft. „Erkenne Dich selbst!“ So riefen schon die Philosophen des Alterthums dem nach Veredelung strebenden Menschen zu. „Erkenne Dich selbst!“ So ruft die Entwickelungslehre nicht allein dem einzelnen menschlichen Individuum, sondern der ganzen Menschheit zu. Und wie die fortschreitende Selbsterkenntniß für jeden einzelnen Menschen der mächtigste Hebel zur sittlichen Vervollkommnung wird, so wird auch die Menschheit als Ganzes durch die Erkenntniß ihres wahren Ursprungs und ihrer wirklichen Stellung in der Natur auf eine höhere Bahn der moralischen Vollendung geleitet werden. Die einfache Naturreligion, welche sich auf das klare Wissen von der Natur und ihren unerschöpflichen Offenbarungsschatz gründet, wird zukünftig in weit höherem Maße veredelnd und vervollkommnend auf den Entwickelungsgang der Menschheit einwirken, als die mannichfaltigen Kirchenreligionen der verschiedenen Völker, welche auf dem blinden Glauben an die dunkeln Geheimnisse einer Priesterkaste und ihre mythologischen Offenbarungen beruhen.

Die moniſtiſche Naturreligion, die wir demnach für die wahre „Religion der Zukunft“ halten müſſen, ſteht nicht, wie alle Kirchen-Religionen, in Widerſpruch, ſondern in Einklang mit der vernünftigen Natur-Erkenntniß. Während jene letzteren ſämmtlich auf Täuſchung und Aberglauben hinauslaufen, gründet ſich die erſtere auf Wahrheit und Wiſſen. Wie wenig aber die Unterwerfung der menſchlichen Vernunft unter das Joch des Aberglaubens und die Entfremdung von der Natur im Stande iſt, die Menſchen beſſer und glücklicher zu machen, das zeigt dem Unbefangenen die Geſchichte aller Kirchen-Religionen. Die ſogenannte Blüthezeit des Mittelalters, in welcher das Chriſtenthum ſeine Welt-Herrſchaft entfaltete, war die Zeit der gröbſten Unwiſſenheit, der widerlichſten Rohheit, der tiefſten Unſittlichkeit. Die Philoſophie, die Fürſtin unter den Wiſſenſchaften, die ſchon ein halbes Jahrtauſend vor Chriſtus in Thales und Anaximander, in Heraklit, Empedocles und Demokrit die Keime zur heutigen Entwickelungslehre gelegt hatte, war durch die Ausbreitung der katholiſchen Dogmen und die Scheiterhaufen ihrer Inquiſition zum blinden Werkzeug des Kirchenglaubens geworden. Erſt die mächtige Entwickelung der Naturwiſſenſchaft im letzten Jahrhundert, hat der verirrten und herabgekommenen Philoſophie wieder den verlorenen Weg zur Wahrheit gezeigt, und ihre Grundlage wird von jetzt an die moniſtiſche Entwickelungslehre bleiben. Kommende Jahrhunderte werden unſere Zeit, welcher mit der wiſſenſchaftlichen Begründung der Entwickelungslehre der höchſte Preis menſchlicher Erkenntniß beſchieden war, als den Zeitpunkt feiern, mit welchem ein neues ſegensreiches Zeitalter der menſchlichen Entwickelung beginnt, charakteriſirt durch den Sieg des freien erkennenden Geiſtes über die Gewaltherrſchaft der Autorität und durch den mächtig veredelnden Einfluß der moniſtiſchen Philoſophie.

Verzeichniß

der im Texte mit Ziffern angeführten Schriften,

deren Studium dem Leſer zu empfehlen iſt.

---

1. Charles Darwin, On the Origin of Species by means of natural selection (or the preservation of favoured races in the struggle for life). London 1859. (VI Edition: 1872.) Ins Deutſche überſetzt von H. G. Bronn unter dem Titel: Charles Darwin, über die Entſtehung der Arten im Thier- und Pflanzen-Reich durch natürliche Züchtung, oder Erhaltung der vervollkommneten Raſſen im Kampfe um's Daſein. Stuttgart 1860 (V. Auflage durchgeſehen und berichtigt von Victor Carus: 1872).

2. Jean Lamarck, Philosophie zoologique; ou exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux; à la diversité de leur organisation et des facultés, qu'ils en obtiennent; aux causes physiques, qui maintiennent en eux la vie et donnent lieu aux mouvemens, qu'ils exécutent; enfin, à celles qui produisent, les unes le sentiment, et les autres l'intelligence de ceux qui en sont doués. 2 Tomes. Paris 1809. Nouvelle edition, revue et précédée d'une introduction biographique par Charles Martins. Paris 1873.

3. Wolfgang Goethe, Zur Morphologie: Bildung und Umbildung organiſcher Naturen. Die Metamorphoſe der Pflanzen (1790). Oſteologie (1786). Vorträge über die drei erſten Capitel des Entwurfs einer allgemeinen Einleitung in die vergleichende Anatomie, ausgehend von der Oſteologie (1786). Zur Naturwiſſenſchaft im Allgemeinen (1780—1832).

4. Ernſt Haeckel, Generelle Morphologie der Organismen: Allgemeine Grundzüge der organiſchen Formenwiſſenſchaft, mechaniſch begründet durch die von Charles Darwin reformirte Deſcendenztheorie. I. Band: Allgemeine Anatomie der Organismen oder Wiſſenſchaft von den entwickelten organiſchen Formen.

Digitized by Google

II. Band: Allgemeine Entwickelungsgeſchichte der Organismen oder Wiſſenſchaft von den entſtehenden organiſchen Formen. Berlin 1866. (Vergriffen.)

5. Carl Gegenbaur, Grundriß der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1859 (II. umgearbeitete Auflage 1877).

6. Auguſt Schleicher, Die Darwin'ſche Theorie und die Sprachwiſſenſchaft. Weimar 1863. II. Aufl. 1873.

7. M. J. Schleiden, Die Pflanze und ihr Leben. VI. Aufl. Leipzig 1864.

8. Franz Unger, Verſuch einer Geſchichte der Pflanzenwelt. Wien 1852.

9. S. Kaliſcher, Goethe's Verhältniß zur Naturwiſſenſchaft. Berlin 1878.

10. Louis Büchner, Kraft und Stoff. Empiriſch-naturphiloſophiſche Studien in allgemein verſtändlicher Darſtellung. Frankfurt 1855 (III. Auflage). 1867 (IX. Auflage).

11. Charles Lyell, Principles of Geology. London 1830. (X. Edit. 1868.) Deutſch von B. Cotta.

12. Albert Lange, Geſchichte des Materialismus und Kritik ſeiner Bedeutung in der Gegenwart. Iſerlohn 1866. II. Aufl. 1873.

13. Charles Darwin, Naturwiſſenſchaftliche Reiſen. Deutſch von Ernſt Dieffenbach. 2 Thle. Braunſchweig 1844.

14. Charles Darwin, The variation of animals and plants under domestication. 2. Voll. London 1868. Ins Deutſche überſetzt von Victor Carus unter dem Titel: Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zuſtande der Domeſtication. 2 Bde. Stuttgart 1868.

15. Ernſt Haeckel, Biologiſche Studien: I. Heft: Studien über die Moneren und andere Protiſten, nebſt einer Rede über Entwickelungsgang und Aufgabe der Zoologie. Leipzig 1870. II. Heft: Studien zur Gaſträa-Theorie. Jena 1877.

16. Fritz Müller, Für Darwin. Leipzig 1864.

17. Thomas Huxley, Ueber unſere Kenntniß von den Urſachen der Erſcheinungen in der organiſchen Natur. Sechs Vorleſungen für Laien. Ueberſetzt von Carl Vogt. Braunſchweig 1865.

18. Fritz Schultze, Ueber das Verhältniß der griechiſchen Naturphiloſophie zur modernen Naturwiſſenſchaft. Im „Kosmos", Bd. III, 1872.

19. H. G. Broun, Unterſuchungen über die Entwickelungsgeſetze der organiſchen Welt während der Bildungszeit unſerer Erdoberfläche. Stuttgart 1858.

20. Carl Ernſt Baer, Ueber Entwickelungsgeſchichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion. 2 Bde. 1828—1837.

21. Louis Agassiz, An essay on classification. Contributions to the natural history of the united states. Boston. Vol. I. 1857.

22. Immanuel Kant, Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newton'schen Grundsätzen abgehandelt. Königsberg 1755.

23. Ernst Haeckel, Die Radiolarien. Eine Monographie. Mit einem Atlas von 35 Kupfertafeln. Berlin 1862.

24. August Weismann, Studien zur Descendenz-Theorie. Leipzig 1876.

25. Kosmos, Zeitschrift für einheitliche Weltanschauung auf Grund der Entwicketungslehre. Unter Mitwirkung von Charles Darwin und Ernst Haeckel herausgegeben von Ernst Krause. Band I—V. 1877—1879.

26. Carus Sterne (Ernst Krause), Werden und Vergehen. Eine Entwicketungsgeschichte des Naturganzen in gemeinverständlicher Fassung. Berlin 1876.

27. Thomas Huxley, Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur. Drei Abhandlungen: Ueber die Naturgeschichte der menschenähnlichen Affen. Ueber die Beziehungen des Menschen zu den nächstniederen Thieren. Ueber einige fossile menschliche Ueberreste. Braunschweig 1863.

28. Friedrich Rolle, Der Mensch, seine Abstammung und Gesittung im Lichte der Darwin'schen Lehre von der Art-Entstehung und auf Grund der neueren geologischen Entdeckungen dargestellt. Frankfurt a./M. 1866.

29. Ernst Häckel, Ziele und Wege der heutigen Entwickelungsgeschichte. Jena 1875.

30. Charles Lyell, Das Alter des Menschengeschlechts auf der Erde und der Ursprung der Arten durch Abänderung, nebst einer Beschreibung der Eiszeit. Uebersetzt mit Zusätzen von Louis Büchner. Leipzig 1864.

31. Bernhard Cotta, Die Geologie der Gegenwart. Leipzig 1866. (IV. umgearbeitete Auflage. 1874.)

32. Karl Zittel, Aus der Urzeit. Bilder aus der Schöpfungsgeschichte. München 1872. II. Aufl. 1875. Mit zahlreichen Holzschnitten.

33. C. Radenhausen, Isis. Der Mensch und die Welt. 4 Bde. Hamburg 1863. (II. Auflage 1871.) Osiris. Weltgesetze in der Erdgeschichte. 3 Bde. Hamburg 1874.

34. August Schleicher, Ueber die Bedeutung der Sprache für die Naturgeschichte des Menschen. Weimar 1865.

35. Wilhelm Bleek, Ueber den Ursprung der Sprache. Herausgegeben mit einem Vorwort von Ernst Haeckel. Weimar 1868.

36. Alfred Russel Wallace, Der malayische Archipel. Deutsch von A. B. Meyer. 2 Bde. Braunschweig 1869.

37. Ernst Haeckel, Arabische Korallen, Ein Ausflug nach den Ko-

rallenbänken des rothen Meeres und ein Blick in das Leben der Korallenthiere. Mit 5 Farbendrucktafeln und vielen Holzschnitten. Berlin 1876.

38. Hermann Helmholtz, Populäre wissenschaftliche Vorträge. Braunschweig. I.—III. Heft. 1871—1878.

39. Alexander Humboldt, Ansichten der Natur. Stuttgart 1826.

40. Paul Lilienfeld, Gedanken über die Socialwissenschaft der Zukunft. 3 Bde. Mitau 1877.

41. Ernst Häckel, Das Protistenreich. Eine populäre Uebersicht über das Formengebiet der niedersten Lebewesen. Mit 58 Holzschnitten. Leipzig 1878.

42. Friedrich Müller, Allgemeine Ethnographie. Wien 1873.

43. Ludwig Büchner, Der Mensch und seine Stellung in der Natur, in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. II. Aufl. Leipzig 1872.

44. John Lubbock, Die vorgeschichtliche Zeit; erläutert durch die Ueberreste des Alterthums und die Sitten und Gebräuche der jetzigen Wilden. Deutsch von A. Passow. Jena 1874.

45. Friedrich Hellwald, Culturgeschichte in ihrer natürlichen Entwickelung bis zur Gegenwart. Augsburg 1875. II. Aufl. 1877.

46. Wilhelm Wundt, Vorlesungen über die Menschen- und Thierseele. Leipzig 1863.

47. Fritz Schultze, Kant und Darwin. Ein Beitrag zur Geschichte der Entwickelungslehre. 1875.

48. Charles Darwin, The descent of man, and selection in relation to sex. 2 Volt. London 1871. Ins Deutsche übersetzt von Victor Carus unter dem Titel: „Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl". 2 Bde. Stuttgart 1871.

49. Charles Darwin, The expression of the emotions in man and animals. London 1872. Deutsch von V. Carus unter dem Titel: Der Ausdruck der Gemüthsbewegungen bei den Menschen und den Thieren. Stuttgart 1872.

50. Ernst Haeckel, Die Kalkschwämme (Calcispongien oder Grantien). Eine Monographie in zwei Bänden Text und einem Atlas mit 60 Tafeln Abbildungen. I. Band (Genereller Theil). Biologie der Kalkschwämme. II. Band (Specieller Theil). System der Kalkschwämme. III. Band (Illustrativer Theil). Atlas der Kalkschwämme. Berlin 1872.

51. Ernst Häckel, Freie Wissenschaft und freie Lehre. Eine Entgegnung auf Rudolf Virchow's Rede über „Die Freiheit der Wissenschaft im modernen Staate." Stuttgart 1878.

52. Hermann Müller, Die Befruchtung der Blumen durch Insecten. Leipzig 1873.

Digitized by Google

53. Friedrich Zöllner, Ueber die Natur der Kometen. Beiträge zur Geſchichte und Theorie der Erkenntniß. Leipzig 1872.

54. Ludwig Noiré, Die Welt als Entwickelung des Geiſtes. Bauſteine zu einer moniſtiſchen Weltanſchauung. Leipzig 1874.

55. David Friedrich Strauß, Der alte und der neue Glaube. Ein Bekenntniß. Bonn, VI. Auflage 1874. Geſammelte Schriften. 12 Bände. 1878.

56. Ernſt Haeckel, Anthropogenie oder Entwickelungsgeſchichte des Menſchen. Gemeinverſtändliche wiſſenſchaftliche Vorträge über die Grundzüge der menſchlichen Keimes- und Stammesgeſchichte. Mit 12 Tafeln, 210 Holzſchnitten und 36 genetiſchen Tabellen. Leipzig 1874.

57. Ludwig Büchner, Aus dem Geiſtesleben der Thiere. II. Aufl. Berlin 1877.

58. Thomas Huxley, Reden und Aufſätze. Ueberſetzt von Fritz Schultze. Berlin 1877.

59. Ernſt Haeckel, Geſammelte populäre Vorträge aus dem Gebiete der Entwickelungslehre. Bonn. I. Heft 1878. II. Heft 1879.

60. Ludwig Haller, Ueberzeugungstreue; deutſche Bearbeitung des Eſſay „On compromise“ von John Morley. Hannover 1879.

61. Hermann Müller, die Hypotheſe in der Schule. Bonn 1879.

62. B. Carneri, Sittlichkeit und Darwinismus. Drei Bücher Ethik. Wien 1871. — Der Menſch als Selbſtzweck. Wien 1878.

63. John Lubbock, Die Entſtehung der Civiliſation und der Urzuſtand des Menſchengeſchlechts, erläutert durch das innere und äußere Leben der Wilden. Deutſch von A. Paſſow. Jena 1875.

64. John Ribbot, Die Erblichkeit. Eine pſychologiſche Unterſuchung ihrer Erſcheinungen, Geſetze, Urſachen und Folgen. Deutſch von O. Hotzen. Leipzig 1876.

65. Herbert Spencer, Syſtem der ſynthetiſchen Philoſophie. Deutſch von B. Vetter. Stuttgart 1876

66. Charles Darwin, Geſammelte Werke. Ueberſetzt von Victor Carus. 12 Bände. Stuttgart 1878.

Anhang.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I (zwiſchen S. 168 und 169).

Lebensgeſchichte eines einfachſten Organismus, eines Moneres (Protomyxa aurantiaca). (Vergl. S. 165 und S. 379.)

Tafel I iſt eine verkleinerte Copie der Abbildungen, welche ich in meiner „Monographie der Moneren" (Biologiſche Studien, I. Heft, 1870; Taf. I) von der Entwickelungsgeſchichte der Protomyxa aurantiaca gegeben habe. Dort findet ſich auch die ausführliche Beſchreibung dieſes merkwürdigen Moneres (S. 11 bis 30). Ich habe dieſen einfachſten Organismus im Januar 1867 während meines Aufenthaltes auf der canariſchen Inſel Lanzerote entdeckt; und zwar fand ich ihn feſtſitzend oder umherkriechend auf den weißen Kalkſchalen eines kleinen Cephalopoden (S. 485), der Spirula Peronii, welche daſelbſt maſſenhaft auf der Meeresoberfläche ſchwimmen und an den Strand geworfen werden. Protomyxa aurantiaca zeichnet ſich vor den übrigen Moneren durch die ſchöne und lebhafte orangerothe Farbe ihres ganz einfachen Körpers aus, der lediglich aus Urſchleim oder Protoplasma beſteht. Das vollkommen entwickelte Moner iſt in Fig. 11 und 12 ſtark vergrößert dargeſtellt. Wenn daſſelbe hungert (Fig. 11), ſtrahlen von der Oberfläche des kugeligen Schleimkörperchens ringsum Maſſen von baumförmig veräſtelten beweglichen Schleimfäden (Scheinfüßchen oder Pſeudopodien) aus, welche ſich nicht netzförmig verbinden. Wenn aber das Moner frißt (Fig. 12), treten dieſe Schleimfäden vielfach mit einander in Verbindung, bilden veränderliche Netze und umſpinnen die zur Nahrung dienenden fremden Körperchen, welche ſie nachher in die Mitte des Protomyxa-Körpers hineinziehen. So wird eben in Fig. 12 (oben rechts) ein kieſelſchaliger bewimperter Gelbſelſchwärmer (Peridinium, S. 384) von den ausgeſtreckten Schleimfäden gefangen und nach der Mitte des Schleimkügelchens hingezogen, in welchem bereits mehrere halbverdaute kieſelſchalige Infuſorien (Tintinnoiden) und Diatomeen (Iſthmien, S. 387) liegen. Wenn nun

Digitized by Google

die Protomyxa genug gefreſſen hat und gewachſen iſt, zieht ſie ihre Schleimfäden alle ein (Fig. 15) und zieht ſich kugelig zuſammmen (Fig. 16 und Fig. 1). In dieſem Ruhezuſtande ſchwitzt die Kugel eine gallertige ſtructurloſe Hülle aus (Fig. 2) und zerfällt nach einiger Zeit in eine große Anzahl kleiner Schleimkügelchen (Fig. 3). Dieſe fangen bald an, ſich zu bewegen, nehmen Birnform an (Fig. 4), durchbrechen die gemeinſame Hülle (Fig. 5) und ſchwimmen nun mittelſt eines haarfeinen, geißelförmigen Fortſatzes frei im Meere umher, wie Geißelſchwärmer oder Flagellaten (S. 382, Fig. 11). Wenn ſie nun eine Spirula-Schale oder einen anderen paſſenden Gegenſtand antreffen, laſſen ſie ſich auf dieſem nieder, ziehen ihre Geißel ein und kriechen mittelſt formwechſelnder Fortſätze langſam auf demſelben umher (Fig. 6, 7, 8), wie Protamoeben (S. 167, 378). Dieſe kleinen Schleimkörperchen nehmen Nahrung auf (Fig. 9, 10) und geben entweder durch einfaches Wachsthum oder, indem mehrere zu einem größeren Schleimkörper (Plasmodium) verſchmelzen (Fig. 13, 14), in die erwachſene Form über (Fig. 11, 12).

Tafel II und III (zwiſchen S. 272 und 273).

Keime oder Embryonen von vier verſchiedenen Wirbelthieren.

Schildkröte (A und E), Huhn (B und F), Hund (C und G), Menſch (D und H). Fig A—D ſtellt ein früheres, Fig. E—H ein ſpäteres Stadium der Entwickelung dar. Alle acht Embryonen ſind von der rechten Seite geſehen, den gewölbten Rücken nach links gewendet. Fig. A und B ſind ſiebenmal, Fig. C und D fünfmal, Fig. E—H viermal vergrößert. Taf. II erläutert die ganz nahe Blutsverwandtſchaft der Reptilien und Vögel, Taf. III dagegen diejenige des Menſchen und der übrigen Säugethiere (vergl. auch Vortrag 22 u. f. w.). Eine genauere Darſtellung der Embryonen von *acht* verſchiedenen Wirbelthieren (Fiſch, Salamander, Schildkröte, Huhn, Schwein, Rind, Kaninchen, Menſch) — auf *drei* verſchiedenen Stufen der Ausbildung — enthält meine „Anthropogenie" (III. Aufl. 1877, p. 290, Taf. VI, VII).

Tafel IV (zwiſchen S. 362 und 363).

Hand oder Vorderfuß von neun verſchiedenen Säugethieren.

Dieſe Tafel ſoll die Bedeutung der *vergleichenden Anatomie* für die *Phylogenie* erläutern, indem ſie nachweiſt, wie ſich die innere Skeletform der Gliedmaßen durch *Vererbung* beſtändig erhält, trotzdem die äußere Form durch *Anpaſſung* außerordentlich verändert wird. Die Knochen des Hand-Skelets ſind

weiß in das braune Fleiſch und die Haut eingezeichnet, von denen ſie umſchloſſen werden. Alle neun Hände ſind genau in derſelben Lage dargeſtellt, nämlich die Handwurzel (an welche ſich oben der Arm anſetzen würde) nach oben gerichtet, die Fingerſpitzen oder Zehenſpitzen nach unten. Der Daumen oder die erſte (große) Vorderzehe iſt in jeder Figur links, der kleine Finger oder die fünfte Zehe dagegen rechts am Rande der Hand ſichtbar. Jede Hand beſteht aus drei Theilen, nämlich I. der Handwurzel (Carpus), welche aus zwei Querreihen von kurzen Knochen zuſammengeſetzt iſt (am oberen Rande der Hand); II. der Mittelhand (Metacarpus), welche aus fünf langen und ſtarken Knochen zuſammengeſetzt iſt (in der Mitte der Hand, durch die Ziffern 1—5 bezeichnet); und III. den fünf Fingern oder Vorderzehen (Digiti), von denen jede wieder aus mehreren (meiſt 2—3) Zehengliedern (Phalanges) beſteht. Die Hand des Menſchen (Fig. 1) ſteht ihrer ganzen Bildung nach in der Mitte zwiſchen derjenigen der beiden nächſtverwandten großen Menſchenaffen, nämlich des Gorilla (Fig. 2) und des Orang (Fig. 3). Weiter entfernt ſich davon ſchon die Vorderpfote des Hundes (Fig. 4) und noch viel mehr die Hand oder die Bruſtfloſſe des Seehundes (Fig. 5). Noch vollſtändiger als bei letzterem wird die Anpaſſung der Hand an die Schwimm-Bewegung und ihre Umbildung zur Ruderfloſſe beim Delphin (Ziphius, Fig. 6). Während hier die in der Schwimmhaut ganz verſteckten Finger und Mittelhandknochen kurz und ſtark bleiben, werden ſie dagegen außerordentlich lang und dünn bei der Fledermaus (Fig. 7), wo ſich die Hand zum Flügel ausbildet. Den äußerſten Gegenſatz dazu bildet die Hand des Maulwurfs (Fig. 8), welche ſich in eine kräftige Grabſchaufel umgewandelt hat, mit außerordentlich verkürzten und verdickten Fingern. Viel ähnlicher als dieſe letzteren Formen (Fig. 5—8) iſt der menſchlichen Hand die Vorderpfote des niedrigſten und unvollkommenſten aller Säugethiere, des auſtraliſchen Schnabelthiers (Ornithorhynchus, Fig. 9), welches in ſeinem ganzen Bau unter allen bekannten Säugethieren der gemeinſamen ausgeſtorbenen Stammform dieſer Claſſe am nächſten ſteht. Es hat ſich alſo der Menſch in der Umbildung ſeiner Hand durch Anpaſſung weniger von dieſer gemeinſamen Stammform entfernt, als die Fledermaus, der Maulwurf, der Delphin, der Seehund und viele andere Säugethiere.

Tafel V (zwiſchen S. 432 und 433).

Einſtämmiger oder monophyletiſcher Stammbaum des Pflanzenreichs,

darſtellend die Hypotheſe von der gemeinſamen Abſtammung aller Pflanzen, und die geſchichtliche Entwickelung der Pflanzengruppen während der paläontologiſchen

Perioden der Erdgeſchichte. Durch die horizontalen Linien ſind die verſchiedenen (auf S. 344 angeführten) kleineren und größeren Perioden der organiſchen Erdgeſchichte angedeutet, während deren ſich die verſteinerungsführenden Erdſchichten ablagerten. Durch die verticalen Linien ſind die verſchiedenen Hauptclaſſen und Claſſen des Pflanzenreichs von einander getrennt. Die baumförmig verzweigten Linien geben ungefähr den Grad der Entwickelung an, den jede Claſſe in jeder geologiſchen Periode vermuthlich erreicht hatte (vergl. S. 408 und 409)

Tafel VI (zwiſchen S. 456 und 457).

Einſtämmiger oder monophyletiſcher Stammbaum des Thierreichs,

darſtellend das geſchichtliche Wachsthum der ſechs Thierſtämme in den paläontologiſchen Perioden der organiſchen Erdgeſchichte. Durch die horizontalen Linien gh, ik, lm und no ſind die fünf großen Zeitalter der organiſchen Erdgeſchichte von einander getrennt. Das Feld gabh umfaßt den archolithiſchen, das Feld ighk den paläolithiſchen, das Feld likm den meſolithiſchen und das Feld nlmo den caenolithiſchen Zeitraum. Der kurze anthropolithiſche Zeitraum iſt durch die Linie no angedeutet (vergl. S. 344). Die Höhe der einzelnen Felder entſpricht der relativen Länge der dadurch bezeichneten Zeiträume, wie ſie ſich ungefähr aus dem Dickenverhältniß der inzwiſchen abgelagerten neptuniſchen Schichten abſchätzen läßt (vergl. S. 352). Der archolithiſche und primordiale Zeitraum, während deſſen die laurentiſchen, cambriſchen und ſiluriſchen Schichten abgelagert wurden, war vermuthlich allein für ſich bedeutend länger, als die vier folgenden Zeiträume zuſammengenommen (vergl. S. 341, 350). Aller Wahrſcheinlichkeit nach erreichten die beiden Stämme der Würmer und Pflanzenthiere ihre Blüthezeit ſchon während der mittleren Primordialzeit (in der cambriſchen Periode?), die Sternthiere und Weichthiere vielleicht etwas ſpäter, während die Gliederthiere und Wirbelthiere bis zur Gegenwart an Mannichfaltigkeit und Vollkommenheit zunehmen.

Tafel VII (zwiſchen S. 464 und 465).

Eine Gruppe von Neſſelthieren (Acalephae oder Cnidariae) aus dem Mittelmeere.

In der oberen Hälfte der Tafel zeigt ſich ein Schwarm von ſchwimmenden Meduſen und Ctenophoren, in der unteren Hälfte einige Büſche von Korallen und Hydropolypen, auf dem Boden des Meeres feſtgewachſen. (Vergl. das Syſtem der Neſſelthiere, S. 466, und gegenüber den Stammbaum derſelben, S. 467.)

Unter den feſtſitzenden Pflanzenthieren auf dem Meeresboden tritt rechts unten ein großer Korallenſtock hervor (1), welcher der rothen Edelkoralle (Eucorallium) nahe verwandt iſt und gleich dieſer zur Gruppe der achtzähligen Rindenkorallen (Octocoralla Gorgonida) gehört; die einzelnen Individuen (oder Perſonen) des verzweigten Stockes haben die Form eines achtſtrahligen Sterns, gebildet aus acht Fangarmen, die den Mund umgeben (Octocoralla, S. 463). Unmittelbar darunter und davor ſitzt (ganz rechts unten) ein kleiner Buſch von Hydropolypen (2) aus der Gruppe der Glockenpolypen oder Campanarien. Ein größerer Stock der Hydropolypen (3), aus der Gruppe der Röhrenpolypen oder Tubularien, erhebt ſich mit ſeinen langen dünnen Zweigen links gegenüber. An ſeiner Baſis breitet ſich ein Stock von Sandkorallen aus (Zoanthus, 4) mit ſtumpfen fingerförmigen Aeſten. Dahinter ſitzt, links unten (5), eine ſehr große Seeroſe (Actinia), eine einzelne Perſon aus der Abtheilung der ſechszähligen Korallen (Hexacoralla, S. 463). Ihr niedriger cylindriſcher Körper trägt eine Krone von ſehr zahlreichen und großen, blattförmigen Fangarmen. Unten in der Mitte des Bodens (6) ſitzt eine Seeanemone (Cereanthus), aus der Gruppe der vierzähligen Korallen (Tetracoralla). Endlich erhebt ſich auf einem kleinen Hügel des Meeresbodens, rechts oberhalb der Koralle (1) eine feſtſitzende Becherqualle (Lucernaria), als Repräſentant der Haftquallen oder Scyphomeduſen, S. 466). Ihr becherförmiger geſtielter Körper (7) trägt am Rande acht kugelige Büſchel von kleinen, geknöpften Fangarmen.

Unter den ſchwimmenden Pflanzenthieren, welche die obere Hälfte der Tafel VII einnehmen, ſind vorzüglich die ſchönen Meduſen wegen ihres Generationswechſels bemerkenswerth (vergl. S. 185). Unmittelbar über der Lucernaria (7) ſchwimmt eine kleine Blumenqualle (Tiara), deren glockenförmiger Körper einen kuppelartigen Aufſatz von der Form einer päpſtlichen Tiara trägt (8). Von der Glockenmündung hängt unten ein Kranz von ſehr feinen und langen Fangfäden herab. Dieſe Tiara entwickelt ſich aus Röhrenpolypen, welche der links unten ſitzenden Tubularia (3) gleichen. Links neben dieſer letzteren ſchwimmt eine große, aber ſehr zarte Haarqualle (Aequorea). Ihr ſchelbenförmiger, flach gewölbter Körper zieht ſich eben zuſammen und preßt Waſſer aus der unten befindlichen Schirmhöhle aus (9). Die ſehr zahlreichen, langen und feinen, haarähnlichen Fangfäden, welche vom Rande des Schirms herabhängen, werden durch das ausgeſtoßene Waſſer in einen kegelförmigen Buſch zuſammengedrängt, der ſich ungefähr in der Mitte kragenartig nach oben umbiegt und faltet. Oben in der Mitte der Schirmhöhle hängt der Magen herab, deſſen Mundöffnung von vier Mundlappen umgeben iſt. Dieſe Aequorea ſtammt von einem kleinen Glockenpolypen ab, welcher der Campanaria (2) gleicht. Von einem ähnlichen Glockenpolypen

ſtammt auch die kleine, flach gewölbte Mützenqualle (Eucope) ab, welche oben in der Mitte ſchwimmt (10). In dieſen drei Fällen (8, 9, 10), wie bei der Mehrzahl der Meduſen, beſteht der Generationswechſel darin, daß die frei ſchwimmenden Meduſen (8, 9, 10) durch Knospenbildung (alſo durch ungeſchlechtliche Zeugung, S. 172), aus feſtſitzenden Hydropolypen (2, 3) entſtehen. Dieſe letzteren aber entſtehen aus den befruchteten Eiern der Meduſen (alſo durch geſchlechtliche Zeugung, S. 175). Es wechſelt mithin regelmäßig die ungeſchlechtliche, feſtſitzende Polypen-Generation (I, III, V u. ſ. w.) mit der geſchlechtlichen, frei ſchwimmenden Meduſen-Generation ab (II, IV, VI u. ſ. w.). Auch dieſer Generationswechſel iſt nur durch die Deſcendenztheorie erklärbar. Bei anderen Meduſen hingegen iſt die Entwickelung eine directe, indem aus den Eiern derſelben wieder Meduſen entſtehen; ſo bei den Rüſſelquallen oder Geryoniden (Carmarina, Fig. 11) und bei den Larvenquallen oder Aeginiden (Cunina, Fig. 12).

Noch intereſſanter und lehrreicher, als dieſe merkwürdigen Verhältniſſe, ſind die Lebenserſcheinungen der Staatsquallen oder Siphonophoren, deren wunderbaren Polymorphismus ich ſchon mehrmals erwähnt und in meinem Vortrage über „Arbeitstheilung in Natur und Menſchenleben“[59]) gemeinverſtändlich dargeſtellt habe (vergl. S. 241 und 462). Als ein Beiſpiel derſelben iſt auf Tafel VII die ſchöne Physophora (13) abgebildet. Dieſer ſchwimmende Meduſenſtock wird an der Oberfläche des Meeres ſchwebend erhalten durch eine kleine, mit Luft gefüllte Schwimmblaſe, welche in der Abbildung über den Waſſerſpiegel vorragt. Unterhalb derſelben iſt eine Säule von vier Paar Schwimmglocken ſichtbar, welche Waſſer ausſtoßen und dadurch die ganze Colonie fortbewegen. Am unteren Ende dieſer Schwimmglockenſäule ſitzt ein kronenförmiger Kranz von gekrümmten ſpindelförmigen Taſtpolypen, welche zugleich die Deckſtücke bilden, unter deren Schutz die übrigen Individuen des Stockes (freſſende, fangende und zeugende Perſonen) verſteckt ſind. Die Ontogenie der Siphonophoren (und namentlich auch dieſer Physophora) habe ich zuerſt 1866 auf der canariſchen Inſel Lanzerote beobachtet und in meiner „Entwickelungsgeſchichte der Siphonophoren“ beſchrieben und durch 14 Tafeln Abbildungen erläutert (Utrecht 1869). Sie iſt reich an intereſſanten Thatſachen, die ſich nur durch die Deſcendenztheorie erklären laſſen.

Ebenfalls nur durch die Abſtammungslehre zu verſtehen iſt der merkwürdige Generationswechſel der höheren Meduſen, der Lappenquallen (Ascrapedae, S. 466), als deren Repräſentant oben in der Mitte der Tafel VII (etwas zurücktretend) eine Pelagia abgebildet iſt (14). Aus dem Grunde des ſtark gewölbten glockenförmigen Schirmes, deſſen Rand zierlich gezackt iſt, hängen vier ſehr lange und ſtarke Arme herab. Die ungeſchlechtlichen Polypen, von denen dieſe Scheibenquallen abſtammen, ſind höchſt einfache Urpolypen, von dem gewöhnlichen Süß-

waſſerpolypen (Hydra) nur wenig verſchieden. Auch den Generationswechſel dieſer Discomeduſen habe ich in meinem Vortrage über Arbeitstheilung beſchrieben und durch das Beiſpiel der Aurelia erläutert.[59])

Endlich iſt auch die letzte Claſſe der Pflanzenthiere, die Gruppe der Kammquallen (Ctenophora, S. 463) auf Tafel VII durch zwei Repräſentanten vertreten. Links in der Mitte, zwiſchen der Aequorea (9), der Phyſophora (13) und der Cunina (12) windet ſich ſchlangenartig ein breites, langes und dünnes Band, wie ein Gürtel (15). Das iſt der herrliche große Venusgürtel des Mittelmeeres (Cestum), der in allen Regenbogenfarben ſchillert. Der eigentliche, in der Mitte des langen Bandes gelegene Körper des Thieres iſt nur ſehr klein, und ebenſo gebaut, wie die Melonenqualle (Cydippe), welche links oben ſchwebt (16). An dieſer ſind die acht charakteriſtiſchen Wimperrippen oder Flimmerkämme der Ctenophoren ſichtbar, ſowie zwei lange Fangfäden.

Tafel VIII und IX (zwiſchen S. 492 und 493).

Entwickelungsgeſchichte der Sternthiere (Echinoderma oder Estrella).

Die beiden Tafeln erläutern den Generationswechſel der Sternthiere an einem Beiſpiele aus vier verſchiedenen Claſſen. Die Seeſterne (Asterida) ſind durch Uraster (A), die Seelilien (Crinoida) durch Comatula (B), die Seeigel (Echinida) durch Echinus (C) und die Seegurken (Holothuriae) durch Synapta (D) vertreten (vergl. S. 488—491). Die auf einander folgenden Stadien der Entwickelung ſind durch die Ziffern 1—6 bezeichnet.

Taf. VIII ſtellt die individuelle Entwickelung der erſten, ungeſchlechtlichen Generation der Sternthiere dar oder der Ammen oder Tithenen (gewöhnlich unrichtig „Larven" genannt). Dieſe Ammen haben den Formwerth einer einfachen, ungegliederten Wurmperſon. Fig. 1 zeigt das Ei der vier Sternthiere, das in allen weſentlichen Beziehungen mit dem Ei des Menſchen und der anderen Thiere übereinſtimmt (vergl. S. 265, Fig. 5). Wie beim Menſchen iſt das Protoplasma der Eizelle (der Dotter) von einer dicken, ſtructurloſen Membran (Zona pellucida) umſchloſſen, und enthält einen glashellen, kugeligen Zellenkern (Nucleus), der einen Nucleolus umſchließt. Aus dem befruchteten Ei der Sternthiere (Fig. 1) entwickelt ſich zunächſt durch wiederholte Zellentheilung ein kugeliger Haufen von gleichartigen Zellen (Fig. 6, S. 266), und dieſer verwandelt ſich in eine ſehr einfache Amme, welche ungefähr die Geſtalt eines einfachen Holzpantoffels hat (Fig. A2—D2). Der Rand der Pantoffelöffnung iſt von einer flimmernden Wimperſchnur umſäumt, durch deren Wimperbewegung die mikroſkopiſch kleine, durchſichtige Amme im Meere frei umherſchwimmt. Dieſe Wimperſchnur iſt in Fig. 2—4 auf Taf. VI durch den

ſchmalen, abwechſelnd hell und dunkel geſtreiften Saum angedeutet. Die Amme bildet ſich nun zunächſt einen ganz einfachen Darmcanal zur Ernährung, mit Mund (o), Magen (m) und After (a). Späterhin werden die Windungen der Wimperſchnur complicirter und es entſtehen armartige Fortſätze (Fig. A3 bis D3). Bei den Seeſternen (A4) und den Seeigeln (C4) werden dieſe armartigen, von der Wimperſchnur umſäumten Fortſätze ſchließlich ſehr lang. Bei den Seelilien dagegen (B3) und den Seewalzen (D4) verwandelt ſich ſtatt deſſen die geſchloſſene anfangs in ſich ſelbſt ringförmig zurücklaufende Wimperſchnur in eine Reihe von (4—5) hinter einander gelegenen, getrennten Wimpergürteln.

Im Inneren dieſer ſonderbaren Amme nun entwickelt ſich durch einen ungeſchlechtlichen Zeugungsproceß, nämlich durch innere Knospenbildung oder Keimknospenbildung (rings um den Magen herum), die zweite Generation der Sternthiere, welche ſpäterhin geſchlechtsreif wird. Dieſe zweite Generation, welche in entwickeltem Zuſtande auf Taf. IX abgebildet iſt, entſteht urſprünglich als ein Stock (Cormus) von fünf, ſternförmig mit einem Ende verbundenen Würmern, wie am klarſten bei den Seeſternen, der älteſten und urſprünglichſten Form der Sternthiere, zu erkennen iſt. Die zweite Generation eignet ſich von der erſten, auf deren Koſten ſie wächſt, nur den Magen und einen kleinen Theil der übrigen Organe an, während Mund und After neu ſich bilden. Die Wimperſchnur und der Reſt des Ammenkörpers gehen ſpäterhin verloren. Anfänglich iſt die zweite Generation (A5—D5) kleiner, darauf nicht viel größer als die Amme, während ſie ſpäterhin durch Wachsthum mehr als hundertmal oder ſelbſt tauſendmal größer wird. Wenn man die Ontogenie der typiſchen Repräſentanten der vier Sternthier-Claſſen mit einander vergleicht, ſo wird man leicht gewahr, daß ſich die urſprüngliche Art der Entwickelung bei den Seeſternen (A) und Seeigeln (C) am beſten durch Vererbung conſervirt hat, während ſie dagegen bei den Seelilien (B) und Seegurken (D) nach dem Geſetze der abgekürzten Vererbung (S. 190) ſtark zuſammengezogen worden iſt.

Taf. IX zeigt die entwickelten und geſchlechtsreifen Thiere der zweiten Generation von der Mundſeite, welche in natürlicher Stellung der Sternthiere (wenn ſie auf dem Meeresboden kriechen) bei den Seeſternen (A6) und Seeigeln (C6) nach unten, bei den Seelilien (B6) nach oben, und bei den Seegurken (D6) nach vorn gerichtet iſt. In der Mitte gewahrt man bei allen vier Sternthieren die ſternförmige, fünfſtrahlige Mundöffnung. Bei den Seeſternen (A6) geht von deren Ecken eine mehrfache Reihe von Saugfüßchen in der Mitte der Unterſeite jedes Armes bis zur Spitze hin. Bei den Seelilien (B6) iſt jeder Arm von der Baſis an geſpalten und gefiedert. Bei den Seeigeln (C6) ſind die fünf Reihen der Saugfüßchen durch breitere Felder von Stacheln getrennt. Bei den Seegurken

endlich (D 6) ſind äußerlich an dem ſcheinbar wurmähnlichen Körper bald die fünf Füßchenreihen, bald nur die den Mund umgebenden 5—15 (hier 10) gefiederten Mundarme ſichtbar.

Tafel X und XI (zwiſchen S. 502 und 503).

Entwickelungsgeſchichte der Krebsthiere (Crustacea).

Die beiden Tafeln erläutern die Entwickelung der verſchiedenen Cruſtaceen aus der gemeinſamen Stammform des Nauplius. Auf Taf. XI ſind ſechs Krebsthiere aus ſechs verſchiedenen Ordnungen in vollkommen entwickeltem Zuſtande dargeſtellt, während auf Taf. X die naupliusartigen Jugendformen derſelben abgebildet ſind. Aus der weſentlichen Uebereinſtimmung dieſer letzteren läßt ſich mit voller Sicherheit auf Grund des biogenetiſchen Grundgeſetzes (S. 361) die Abſtammung aller verſchiedenen Cruſtaceen von einer einzigen gemeinſamen Stammform, einem längſt ausgeſtorbenen Nauplius behaupten, wie zuerſt Fritz Müller[16]) in ſeiner vorzüglichen Schrift „Für Darwin" dargethan hat.

Taf. X zeigt die Nauplius-Jugendformen von der Bauchſeite, ſo daß die drei Beinpaare deutlich hervortreten, welche an dem kurzen einfachen Rumpfe anſitzen. Das erſte von dieſen Beinpaaren iſt einfach und ungeſpalten, während das zweite und dritte Beinpaar gabelſpaltig ſind. Alle drei Paare ſind mit ſteifen Borſten beſetzt, welche bei der Ruderbewegung der Beine als Schwimmwerkzeuge dienen. In der Mitte des Körpers iſt der ganz einfache, gerade Darmcanal ſichtbar, welcher vorn einen Mund, hinten eine Afteröffnung beſitzt. Vorn über dem Munde ſitzt ein einfaches unpaares Auge. In allen dieſen weſentlichen Eigenſchaften der Organiſation ſtimmen die ſechs Nauplius-Formen ganz überein, während die ſechs zugehörigen ausgebildeten Krebsformen (Taf. IX) äußerſt verſchiedenartig organiſirt ſind. Die Unterſchiede der ſechs Nauplius-Formen beſchränken ſich auf ganz untergeordnete und unweſentliche Verhältniſſe in der Körpergröße und der Bildung der Hautdecke. Wenn man dieſelben in geſchlechtsreifem Zuſtande in dieſer Form im Meere antreffen würde, ſo würde jeder Zoologe ſie als ſechs verſchiedene Species eines Genus betrachten (vergl. S. 501—505).

Taf. XI ſtellt die ausgebildeten und geſchlechtsreifen Krebsformen, die ſich aus jenen ſechs Nauplius-Arten ontogenetiſch — und ebenſo phylogenetiſch! — entwickelt haben, von der rechten Seite geſehen dar. Fig. Ac zeigt einen frei ſchwimmenden Süßwaſſerkrebs (Limnetis brachyura) aus der Ordnung der Blattfüßer (Phyllopoda) ſchwach vergrößert. Unter allen jetzt noch lebenden Cruſtaceen ſteht dieſe Ordnung, welche zur Legion der Kiemenfüßer (Branchiopoda)

gehört, der urſprünglichen gemeinſamen Stammform des Nauplius am nächſten. Die Limnetis iſt in eine zweiklappige Schale (wie eine Muſchel) eingeſchloſſen. In unſerer Figur (welche nach Grube copirt iſt), ſieht man den Körper eines weiblichen Thieres in der linken Schale liegend; die rechte Schalenhälfte iſt weggenommen. Vorn hinter dem Auge ſieht man die zwei Fühlhörner (Antennen) und dahinter die zwölf blattartigen Füße der rechten Körperſeite, hinten auf dem Rücken (unter der Schale) die Eier. Vorn oben iſt das Thier mit der Schale verwachſen.

Fig. Bc ſtellt einen gemeinen, frei ſchwimmenden Süßwaſſerkrebs (Cyclops quadricornis) aus der Ordnung der Ruderkrebſe (Eucopepoda) ſtark vergrößert dar. Vorn unter dem Auge ſieht man die beiden Fühlhörner der rechten Seite, von denen das vordere viel länger als das hintere iſt. Dahinter folgen die Kieſer, und dann die vier Ruderbeine der rechten Seite, welche gabelſpaltig ſind. Hinter dieſen ſind die beiden großen Eierſäcke am Grunde des Hinterleibes ſichtbar.

Fig. Cc iſt ein ſchmarotzender Ruderkrebs (Lernaeocera esocina) aus der Ordnung der Fiſchläuſe (Siphonostoma). Dieſe ſonderbaren Krebſe, welche man früher für Würmer hielt, ſind durch Anpaſſung an das Schmarotzerleben aus den frei ſchwimmenden Ruderkrebſen (Eucopepoda) entſtanden und gehören mit ihnen zu derſelben Legion (Copepoda, S. 488). Indem ſie ſich an den Kiemen oder der Haut von Fiſchen oder an andern Krebſen feſtſetzten und von deren Körperſaft ernährten, büßten ſie ihre Augen, Beine und andere Organe ein, und wuchſen zu unförmlichen ungegliederten Säcken aus, in denen man bei äußerer Betrachtung kaum noch ein Thier vermuthet. Nur die letzten Ueberbleibſel der faſt ganz verloren gegangenen Beine erhalten ſich noch auf der Bauchſeite in Form von kurzen ſpitzen Borſten. Zwei von dieſen vier rudimentären Beinpaaren (das dritte und vierte) ſind in unſerer Figur (rechts) ſichtbar. Oben am Kopf ſieht man dicke, unförmliche Anhänge, von denen die unteren geſpalten ſind. In der Mitte des Körpers ſieht man den Darmcanal durchſchimmern, der von einer dunkeln Fetthülle umgeben iſt. Neben ſeinem hinteren Ende ſieht man den Eileiter und die Kittdrüſen des weiblichen Geſchlechtsapparats. Aeußerlich hängen die beiden großen Eierſäcke (wie bei Cyclops, Fig. B). Unſere Lernaeocera iſt halb vom Rücken, halb von der rechten Seite geſehen und ſchwach vergrößert.

Fig. Dc zeigt eine feſtſitzende ſogenannte „Entenmuſchel" (Lepas anatifera), aus der Ordnung der Rankenkrebſe (Cirripedia). Dieſe Krebſe, über welche Darwin eine höchſt ſorgfältige Monographie geliefert hat, ſind in eine zweiklappige Kalkſchale, gleich den Muſcheln, eingeſchloſſen, und wurden daher früher allgemein (ſogar noch von Cuvier) für muſchelartige Weichthiere oder Mollusken gehalten. Erſt durch die Kenntniß ihrer Ontogenie und ihrer Nauplius-Jugendform (Dn, Taf. VIII) wurde ihre Cruſtaceen-Natur feſtgeſtellt. Unſere Figur zeigt eine

„Entenmuſchel" in natürlicher Größe, von der rechten Seite. Die rechte Hälfte der zweiklappigen Schale iſt entfernt, ſo daß man den Körper in der linken Schalenhälfte liegen ſieht. Von dem rudimentären Kopfe der Lepas geht ein langer fleiſchiger Stiel aus (in unſerer Figur nach oben gekrümmt), mittelſt deſſen der Rankenkrebs an Felſen, Schiffen u. ſ. w. feſtgewachſen iſt. Auf der Bauchſeite ſitzen ſechs Fußpaare. Jeder Fuß iſt gabelig in zwei lange, mit Borſten beſetzte, gekrümmte oder aufgerollte „Ranken" geſpalten. Oberhalb des letzten Fußpaares ragt nach hinten der dünne, cylindriſche Schwanz vor.

Fig. Ec ſtellt einen ſchmarotzenden Sackkrebs (Sacculina purpurea) aus der Ordnung der Wurzelkrebſe (Rhizocephala) dar. Dieſe Paraſiten haben ſich durch Anpaſſung an das Schmarotzerleben in ähnlicher Weiſe aus den Rankenkrebſen (Fig. Dc) entwickelt, wie die Fiſchläuſe (Cc) aus den frei ſchwimmenden Ruderkrebſen (Bc). Jedoch iſt die Verkümmerung durch die ſchmarotzende Lebensweiſe und die dadurch bedingte Rückbildung aller Organe hier noch viel weiter gegangen, als bei den meiſten Fiſchläuſen. Aus dem gegliederten, mit Beinen, Darm und Auge verſehenen Krebſe, der in ſeiner Jugend als Nauplius (En, Taf. VIII) munter umherſchwamm, iſt ein unförmlicher ungegliederter Sack, eine rothe Wurſt geworden, welche nur noch Geſchlechtsorgane (Eier und Sperma) und ein Darmrudiment enthält. Die Beine und das Auge ſind völlig verloren gegangen. Am hinteren Ende iſt die Geſchlechtsöffnung (die Mündung der Bruthöhle). Aus dem Munde aber iſt ein dichtes Büſchel von zahlreichen, baumförmig verzweigten Wurzelfaſern hervorgewachſen. Dieſe breiten ſich (wie die Wurzeln einer Pflanze im Erdboden) in dem weichen Hinterleibe des Einſiedlerkrebſes (Pagurus) aus, an dem der Wurzelkrebs ſchmarotzend feſtſitzt, und aus welchem er ſeine Nahrung ſaugt. Unſere Figur (Ec), eine Copie nach Fritz Müller, iſt ſchwach vergrößert und zeigt den ganzen wurſtförmigen Sackkrebs mit allen Wurzelfaſern, die aus dem Leibe des Wohnthieres herausgezogen ſind.

Fig. Fc iſt eine Garneele (Peneus Mülleri) aus der Ordnung der Zehnfüßer (Decapoda), zu welcher auch unſer Flußkrebs und ſein nächſter Verwandter, der Hummer, ſowie die kurzſchwänzigen Krabben gehören. Dieſe Ordnung enthält die größten und gaſtronomiſch wichtigſten Krebſe, und gehört ſammt den Maulfüßern und Spaltfüßern zur Legion der ſtieläugigen Panzerkrebſe (Podophthalma). Unſere Garneele zeigt, ebenſo wie unſer Flußkrebs, auf jeder Seite unterhalb des Auges vorn zwei lange Fühlhörner (das erſte viel kürzer wie das zweite), dann drei Kiefer und drei Kieferfüße, dann fünf ſehr lange Beine (von denen bei Peneus die drei vorderen mit Scheeren verſehen und das dritte das längſte iſt). Endlich ſitzen an den 5 erſten Gliedern des Hinterleibes noch 5 Paar Afterfüße. Auch dieſe Garneele, welche zu den höchſt entwickelten und vollkommenſten Krebſen

gehört, entſteht nach Fritz Müller's wichtiger Entdeckung aus einem Nauplius (Fn, Taf. VIII) und beweiſt ſomit, daß auch die höheren Cruſtaceen ſich aus derſelben Nauplius-Form wie die niederen entwickelt haben (vergl. S. 502).

Tafel XII und XIII (zwiſchen S. 526 und 527).

Die Blutsverwandtſchaft der Wirbelthiere und der Wirbelloſen.

(Vergl. S. 475 und 526.)

Dieſe Stammverwandtſchaft wird definitiv begründet durch Kowalewsky's wichtige, von Kupffer beſtätigte Entdeckung, daß die Ontogenie des niederſten Wirbelthieres, des Lanzetthieres oder Amphioxus, in ihren weſentlichen Grundzügen völlig übereinſtimmt mit derjenigen der wirbelloſen Seeſcheiden oder Aſcidien aus der Claſſe der Mantelthiere oder Tunicaten. Auf unſern beiden Tafeln iſt die Aſcidie mit A, der Amphioxus mit B bezeichnet. Taf. XIII ſtellt dieſe beiden ſehr verſchiedenen Thierformen völlig entwickelt dar, und zwar von der linken Seite geſehen, das Mundende nach oben, das entgegengeſetzte Ende nach unten gerichtet. Daher iſt in beiden Figuren die Rückenſeite nach rechts, die Bauchſeite nach links gewendet. Beide Figuren ſind ſchwach vergrößert, und die innere Organiſation der Thiere iſt durch die durchſichtige Haut hindurch deutlich ſichtbar. Die erwachſene Seeſcheide (Fig. A 6) ſitzt unbeweglich auf den Meeresboden feſtgewachſen auf und klammert ſich an Steinen und dergl. mittelſt beſonderer Wurzeln (w) an, wie eine Pflanze. Der erwachſene Amphioxus dagegen (Fig. B 6) ſchwimmt frei umher, wie ein Fiſchchen. Die Buchſtaben bedeuten in beiden Figuren daſſelbe, und zwar: a Mundöffnung. b Leibesöffnung oder Porus abdominalis. c Rückenſtrang oder Chorda dorſalis. d Darm. e Eierſtock. f Eileiter (vereinigt mit dem Samenleiter). g Rückenmark. h Herz. i Blinddarm. k Kiemenkorb (Athemhöhle). l Leibeshöhle. m Muskeln. n Teſtikel (bei der Seeſcheide mit dem Eierſtock zu einer Zwitterdrüſe vereinigt). o After. p Geſchlechtsöffnung. q Reife entwickelte Embryonen in der Leibeshöhle der Aſcidie. r Floſſenſtrahlen der Rückenfloſſe von Amphioxus. s Schwanzfloſſe des Lanzetthieres. w Wurzeln der Aſcidie.

Taf. XII ſtellt die Ontogeneſis oder die individuelle Entwickelung der Aſcidie (A) und des Amphioxus (B) in fünf verſchiedenen Stadien dar (1—5). Fig. 1 iſt das Ei, eine einfache Zelle wie das Ei des Menſchen und aller anderen Thiere (Fig. A 1 das Ei der Seeſcheide, Fig. B 1 das Ei des Lanzetthieres). Die eigentliche Zellſubſtanz oder das Protoplasma der Eizelle (z), der ſogenannte Eidotter, iſt von einer Hülle (Zellmembran oder Dotterhaut) umgeben, und ſchließt

einen kugeligen Zellkern oder Nucleus (y), dieſer wiederum ein Kernkörperchen oder Nucleolus (x) ein. Wenn ſich das Ei zu entwickeln beginnt, zerfällt die Eizelle zunächſt in zwei Zellen. Indem ſich dieſe wiederum theilen, entſtehen zunächſt vier Zellen (Fig. A 2, B 2), und aus dieſen durch wiederholte Theilung acht Zellen (Fig. A 3, B 3). Zuletzt entſteht ſo aus dem einfachen Ei ein kugeliger Haufe von Zellen (S. 170, Fig. 4 C, D). Indem ſich im Inneren deſſelben Flüſſigkeit anſammelt, entſteht eine kugelige, von einer Zellenſchicht umſchloſſene Blaſe. An einer Stelle ihrer Oberfläche ſtülpt ſich dieſe Blaſe taſchenförmig ein (Fig. A 4, B 4). Dieſe Einſtülpung iſt die Anlage des Darms, deſſen Höhle (d 1) ſich durch den proviſoriſchen Larvenmund (d 4) nach außen öffnet. Die Darmwand, welche zugleich Körperwand iſt, beſteht jetzt aus zwei Zellenſchichten („Keimblättern"). Nun wächſt die kugelige Larve („Gaſtrula", S. 443) in die Länge. Flg. A 5 zeigt die Larve der Aſcidie, Fig. B 5 diejenige des Amphioxus, von der linken Seite geſehen, in etwas weiterer Entwickelung. Die Darmhöhle (d 1) hat ſich geſchloſſen. Die Rückenwand des Darms (d 2) iſt concav, die Bauchwand (d 3) conver gekrümmt. Oberhalb des Darmrohrs, auf deſſen Rückenſeite, hat ſich das Medullar-Rohr (g 1), die Anlage des Rückenmarks, gebildet, deſſen Hohlraum jetzt noch vorn nach außen mündet (g 2). Zwiſchen Rückenmark und Darm iſt der Rückenſtrang oder die Chorda dorſalis (c) entſtanden, die Axe des inneren Skelets. Bei der Larve der Aſcidie ſetzt ſich dieſe Chorda (c) in den langen Ruderſchwanz fort, ein Larvenorgan, welches ſpäter bei der Verwandlung abgeworfen wird. Jedoch giebt es auch jetzt noch einige ſehr kleine Aſcidien (Appendicularia), welche ſich nicht verwandeln und feſtſetzen, ſondern zeitlebens mittelſt ihres Ruderſchwanzes frei im Meere umherſchwimmen. (Vergl. S. 526.)

Die ontogenetiſchen Thatſachen, welche auf Taf. XII ſchematiſch dargeſtellt ſind, und welche erſt 1867 bekannt wurden, beanſpruchen die allergrößte Bedeutung und können in der That nicht hoch genug geſchätzt werden. Sie füllen die tiefe Kluft aus, welche in der Anſchauung der bisherigen Zoologie zwiſchen den Wirbelthieren und den ſogenannten „Wirbelloſen" beſtand. Dieſe Kluft wurde allgemein für ſo bedeutend und für ſo unausfüllbar gehalten, daß ſogar angeſehene und der Entwickelungstheorie nicht abgeneigte Zoologen darin eines der größten Hinderniſſe für dieſelbe erblickten. Indem nun die Ontogenie des Amphioxus und der Aſcidie dieſes Hinderniß gänzlich aus dem Wege räumt, macht ſie es uns zum erſten Male möglich, den Stammbaum des Menſchen unter den Amphioxus hinab in den vielverzweigten Stamm der „wirbelloſen" Würmer zu verfolgen, aus welchem auch die übrigen höheren Thierſtämme entſprungen ſind. (Vergl. S. 475.)

Tafel XIV (zwiſchen S. 544 und 545).

Einſtämmiger oder monophylethiſcher Stammbau der Wirbelthiere.

Darſtellend die Hypotheſe von der gemeinſamen Abſtammung aller Wirbelthiere und die geſchichtliche Entwickelung ihrer verſchiedenen Claſſen während der paläontologiſchen Perioden der Erdgeſchichte (vergl. den XX. Vortrag, S. 528, 529). Durch die horizontalen Linien ſind die (auf S. 344 angeführten) Perioden der organiſchen Erdgeſchichte angedeutet, während deren ſich die verſteinerungsführenden Erdſchichten ablagerten. Durch die verticalen Linien ſind die Claſſen und Unterclaſſen der Wirbelthiere von einander getrennt. Die baumförmig verzweigten Linien geben durch ihre größere oder geringere Zahl und Dichtigkeit ungefähr den größeren oder geringeren Grad der Entwickelung, der Mannichfaltigkeit und Vollkommenheit an, den jede Claſſe in jeder geologiſchen Periode vermuthlich erreicht hatte. Bei denjenigen Claſſen, welche wegen der weichen Beſchaffenheit ihres Körpers keine verſteinerten Reſte hinterlaſſen konnten (namentlich bei den Prochordaten, Acranien, Monorhinen und Dipneuſten) iſt der Lauf der Entwickelung hypothetiſch angedeutet auf Grund derjenigen Beziehungen, welche zwiſchen den drei Schöpfungsurkunden der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie exiſtiren. Die wichtigſten Anhaltspunkte zur hypothetiſchen Ergänzung der paläontologiſchen Lücken liefert hier, wie überall, das biogenetiſche Grundgeſetz, welches ſich auf den innigen Cauſalnexus zwiſchen der Ontogenie und Phylogenie ſtützt (vergl. S. 276 und 361, ſowie Taf. VIII—XIII). Ueberall müſſen wir die individuelle Entwickelung als eine kurze und ſchnelle (durch die Geſetze der Vererbung verurſachte, durch die Geſetze der Anpaſſung aber abgeänderte) Wiederholung der paläontologiſchen Stammesentwickelung betrachten. Dieſer Satz iſt das „Ceterum censeo“ unſerer Entwickelungslehre.

Die Angaben über das erſte Erſcheinen oder den Entſtehungszeitraum der einzelnen Claſſen und Unterclaſſen der Wirbelthiere ſind auf Taf. XIV (abgeſehen von den angeführten hypothetiſchen Ergänzungen) möglichſt ſtreng den paläontologiſchen Thatſachen entnommen. Jedoch iſt zu bemerken, daß in Wirklichkeit die Entſtehung der meiſten Gruppen wahrſcheinlich um eine oder einige Perioden früher fällt, als uns heute die Verſteinerungen anzeigen. Ich ſtimme hierin mit den Anſichten Huxley's überein, habe jedoch auf Taf. V und XIV hiervon abgeſehen, um mich nicht zu ſehr von den paläontologiſchen Thatſachen zu entfernen.

Die Zahlen haben folgende Bedeutung (vergl. dazu den XX. Vortrag und S. 528, 529). 1. Thieriſche Moneren. 2. Thieriſche Amoeben. 3. Amoebengemeinden (Moraea). 4. Flimmerſchwärmer (Blastaea) 5. Urdarmthiere (Gastraea).

6. Urwürmer (Archelminthes). 7. Manteltbiere (Tunicata). 8. Lanzettbier (Amphioxus). 9. Inger (Myxinoida). 10. Lampreten (Petromyzontia). 11. Unbekannte Uebergangsformen von den Unpaarnasen zu den Urfischen. 12. Silurische Urfische (Onchus etc.). 13. Lebende Urfische (Haifische, Rochen, Chimären). 14. Aelteste (silurische) Schmelzfische (Pteraspis). 15. Schildkrötenfische (Pamphracti). 16. Störfische (Sturiones). 17. Eckschuppige Schmelzfische (Rhombiferi). 18. Knochenhecht (Lepidosteus). 19. Flösselbecht (Polypterus). 20. Hohlgrätenfische (Coetoscolopes). 21. Dichtgrätenfische (Pycnoscotopes). 22. Kahlhecht (Amia). 23. Urknochenfische (Thrissopida). 24. Knochenfische mit Luftgang der Schwimmblase (Physostomi). 25. Knochenfische ohne Luftgang der Schwimmblase (Physoctisti). 26. Unbekannte Zwischenformen zwischen Urfischen und Lurchfischen. 27. Ceratodus. 27a. Ausgestorbener Ceratodus der Trias. 27b. Lebender australischer Ceratodus. 28. Afrikanischer Lurchfisch (Protopterus) und Amerikanischer Lurchfisch (Lepidosiren). 29. Unbekannte Zwischenformen zwischen Urfischen und Amphibien. 30. Schmelzköpfe (Ganocephata). 31. Wickelzähner (Labyrinthodonta). 32. Blindwühlen (Caeciliae). 33. Kiemenlurche (Sozobranchia). 34. Schwanzlurche (Sozura). 35. Froschlurche (Anura). 36. Stammreptilien oder Tokosaurier (Proterosaurus). 37. Unbekannte Zwischenformen zwischen Amphibien und Protamnien. 38. Protamnien (gemeinsame Stammform aller Amnionthiere). 39. Säugerreptilien (Therosauria), später Stammsäuger (Promammalia). 40. Urschleicher (Proreptilia). 41. Fachzähner (Thecodontia). 42. Urdrachen (Simosauria). 43. Schlangendrachen (Plesiosauria). 44. Fischdrachen (Ichthyosauria). 45. Teleosaurier (Amphicoela). 46. Steneosaurier (Opisthocoela). 47. Alligatoren (Prosthocoela). 48. Fleischfressende Dinosaurier (Harpagosauria). 49. Pflanzenfressende Dinosaurier (Titanosauria). 50. Moseleidechsen (Mosasauria). 51. Gemeinsame Stammform der Schlangen (Ophidia). 52. Hundszähnige Schnabeleidechsen (Cynodontia). 53. Zahnlose Schnabeleidechsen (Cryptodontia). 54. Langschwänzige Flugeidechsen (Rhamphorhynchi). 55. Kurzschwänzige Flugeidechsen (Pterodactyli). 56. Landschildkröten (Chersita). 57. Vogelschleicher (Tocornithes), Zwischenformen zwischen Reptilien und Vögeln. 58. Urvogel (Archaeopteryx). 59. Wasserschnabelthier (Ornithorhynchus). 60. Landschnabelthier (Echidna). 61. Unbekannte Zwischenformen zwischen Gabelthieren und Beutelthieren. 62. Unbekannte Zwischenformen zwischen Beutelthieren und Placentalthieren. 63. Zottenplacentner (Villiptacentatia). 64. Gürtelplacentner (Zonoptacentatia). 65. Scheibenplacentner (Discoplacentalia). 66. Der Mensch (Homo pithecogenes, von Linné irrthümlich Homo sapiens genannt).

Digitized by Google

Tafel XV (am Ende des Buches).

Hypothetiſche Skizze des monophyletiſchen Urſprungs und der Verbreitung der zwölf Menſchen-Species von Lemurien aus über die Erde.

Selbſtverſtändlich beanſprucht die hier graphiſch ſkizzirte Hypotheſe nur einen ganz proviſoriſchen Werth und hat lediglich den Zweck, zu zeigen, wie man ſich bei dem gegenwärtigen unvollkommenen Zuſtande unſerer anthropologiſchen Kenntniſſe die Ausſtrahlung der Menſchenarten von einer einzigen Urheimath aus ungefähr denken kann. Als wahrſcheinliche Urheimath oder „Paradies“ iſt hier Lemurien angenommen, ein gegenwärtig unter dem Spiegel des indiſchen Oceans verſunkener tropiſcher Continent, deſſen frühere Exiſtenz in der Tertiärzeit durch zahlreiche Thatſachen der Thier- und Pflanzengeographie ſehr wahrſcheinlich gemacht wird (vergl. S. 321 und 642). Indeſſen iſt es auch ſehr möglich, daß die hypothetiſche „Wiege des Menſchengeſchlechts“ weiter öſtlich (in Hinter- oder Vorder-Indien) oder weiter weſtlich (im öſtlichen Afrika) lag. Künftige, namentlich vergleichend-anthropologiſche und paläontologiſche Forſchungen werden uns hoffentlich in den Stand ſetzen, die vermuthliche Lage der menſchlichen Urheimath genauer zu beſtimmen, als es gegenwärtig möglich iſt.

Wenn man unſerer monophyletiſchen Hypotheſe die polyphyletiſche vorzieht und annimmt, daß die verſchiedenen Menſchenarten aus mehreren verſchiedenen anthropoiden Affenarten durch allmähliche Vervollkommnung entſtanden ſind, ſo ſcheint unter den vielen, hier möglichen Hypotheſen am meiſten Vertrauen diejenige zu verdienen, welche eine zweifache pithecoide Wurzel des Menſchengeſchlechts annimmt, eine aſiatiſche und eine afrikaniſche Wurzel. Es iſt nämlich eine ſehr bemerkenswerthe Thatſache, daß die afrikaniſchen Menſchenaffen (Gorilla und Schimpanſe) ſich durch eine entſchieden langköpfige oder dolichocephale Schädelform auszeichnen, ebenſo wie die Afrika eigenthümlichen Menſchenarten (Hottentotten, Kaffern, Neger, Nubier). Auf der anderen Seite ſtimmen die aſiatiſchen Menſchenaffen (insbeſondere der kleine und große Orang) durch ihre deutlich kurzköpfige oder brachycephale Schädelform mit den vorzugsweiſe für Aſien bezeichnenden Menſchenarten (Mongolen und Malayen) überein. Man könnte daher wohl verſucht ſein, dieſe letzteren (aſiatiſche Menſchenaffen und Urmenſchen) von einer gemeinſamen brachycephalen Affenform, die erſteren dagegen (afrikaniſche Menſchenaffen und Urmenſchen) von einer gemeinſamen dolichocephalen Affenform abzuleiten.

Auf jeden Fall bleiben das tropiſche Afrika und das ſüdliche Aſien (und zwiſchen beiden möglicherweiſe das ſie früher verbindende Lemurien?) diejenigen Theile

der Erde, welche bei der Frage von der Urheimath des Menschengeschlechts vor allen anderen in Betracht kommen. Entschieden ausgeschlossen sind bei dieser Frage dagegen Amerika und Australien. Auch Europa (welches übrigens nur eine begünstigte westliche Halbinsel von Asien ist) besitzt schwerlich für die „Paradies-Frage" Bedeutung.

Daß die Wanderungen der verschiedenen Menschenarten von ihrer Urheimath aus und ihre geographische Verbreitung auf unserer Taf. XV nur ganz im Allgemeinen und in den gröbsten Zügen angedeutet werden konnten, versteht sich von selbst. Die zahlreichen Kreuz- und Querwanderungen der vielen Zweige und Stämme, sowie ihre oft sehr einflußreichen Rückwanderungen mußten dabei gänzlich unberücksichtigt bleiben. Um diese einigermaßen klar darzustellen, müßten erstens unsere Kenntnisse viel vollständiger sein und zweitens ein ganzer Atlas mit vielen verschiedenen Migrations-Tafeln angewendet werden. Unsere Taf. XV beansprucht weiter Nichts, als ganz im Allgemeinen die ungefähre geographische Verbreitung der 12 Menschenarten so anzudeuten, wie sie im fünfzehnten Jahrhundert (vor der allgemeinen Ausbreitung der indogermanischen Rasse) bestand, und wie sie sich ungefähr mit unserer Descendenzhypothese in Einklang bringen läßt. Auf die geographischen Verbreitungsschranken (Gebirge, Wüsten, Flüsse, Meerengen u. s. w.) brauchte bei dieser allgemeinen Migrationsskizze im Einzelnen um so weniger ängstliche Rücksicht genommen zu werden, als diese in früheren Perioden der Erdgeschichte ganz andere Größen und Formen hatten. Wenn die allmähliche Umbildung von catarhinen Affen in pithecoide Menschen während der Tertiärzeit wirklich in dem hypothetischen Lemurien stattfand, so müssen auch zu jener Zeit die Grenzen und Formen der heutigen Continente und Meere ganz andere gewesen sein. Auch der sehr mächtige Einfluß der Eiszeit wird für die chorologischen Fragen von der Wanderung und Verbreitung der Menschenarten große Bedeutung beanspruchen, obwohl er sich im Einzelnen noch nicht näher bestimmen läßt. Ich verwahre mich also hier, wie bei meinen anderen Entwickelungshypothesen, ausdrücklich gegen jede dogmatische Deutung; sie sind weiter nichts als erste Versuche.

Tafel XVI (zwischen S. 392 und 393).

Tiefsee-Radiolarien der britischen Challenger-Expedition.

(Vergl. S. 392 und 394.)

Die Zahl der zierlichen und höchst mannichfaltigen Gestalten von kieselschaligen Radiolarien, welche die bewunderungswürdige britische Challenger-Expedition (1872—1876) unter der Leitung des berühmten schottischen Zoologen Sir

Wyville Thomson aus den Tiefen des äquatorialen pacifischen Oceans zu Tage gefördert hat, beläuft sich schon jetzt auf mehr als tausend, wohl unterschiedene, neue Arten. Die Beschreibung und Abbildung derselben (auf hundert Tafeln), an der ich schon seit einigen Jahren arbeite, wird in 2—3 Jahren veröffentlicht werden. Es ergiebt sich daraus in dieser wunderbaren Protistenklasse ein viel größerer Reichthum an verschiedenen und mannichfaltigen Grundformen, als in irgend einer anderen Klasse des Protistenreichs, Pflanzenreichs oder Thierreichs zu finden ist. Die 12 Arten, welche auf Taf. XVI abgebildet sind, geben einige der wichtigsten typischen Formen wieder (Vergl. auch mein „Protistenreich", 1878, und meine „Monographie der Radiolarien", 1862, mit Atlas von 35 Tafeln). Alle hier abgebildeten Formen sind dem bloßen Auge unsichtbar und stark vergrößert.

Fig. 1. Procyttarium primordiale, H. (Ordnung der Collideen). Eine kugelige Zelle (Centralkapsel) mit excentraler Oelkugel ist umgeben von mehreren kleinen „gelben Zellen" und strahlt viele feine Fäden aus (Pseudopodien).

Fig. 2. Hexancistra quadricuspis, H. (Ordnung der Sphaerideen). Eine Gitterkugel (Rindenschale) mit excentraler Kugel (Markschale). 6 Stacheln (jeder mit 4 Spitzen) stehen in drei auf einander senkrechten Meridian-Ebenen.

Fig. 3. Saturnulus planeta, H. (Ordnung der Sphaerideen). Eine Gitterkugel (Rindenschale) mit excentraler Kugel (Markschale). Rings um dieselbe ein äquatorialer Kieselring, (mit ihr verbunden durch zwei, in einer Axe liegende Stäbe), ähnlich wie um den Planeten Saturn ein äquatorialer Nebelring.

Fig. 4. Heliocladus furcatus, H. (Ordnung der Discideen). Eine linsenförmige Gitterschale (Rindenschale) mit einer excentralen Kugel (Markschale). Vom Aequator oder vom Rande der bioonvexen Linse strahlen zahlreiche Kieselstacheln aus, die gabelförmig getheilt sind.

Fig. 5. Tricranastrum Wyvillei, H. (Ordnung der Discideen). Von einer excentralen kreisrunden Scheibe gehen vier, ein plattes rechtwinkliges Kreuz bildende Arme ab, deren jeder am Ende in drei Zacken gespalten ist. Feine Fäden (Pseudopodien) strahlen überall von der Centralkapsel aus.

Fig. 6. Coelodendrum Challengeri, H. (Ordnung der Cannideen). Die kugelige Central-Kapsel ist von zwei gegenständigen (unverbundenen) Halbkugeln eingeschlossen, deren jede drei baumförmig verästelte hohle Kieselröhren trägt. Aus der schwarzbraunen Pigmentmasse, welche die Central-Kapsel umhüllt, strahlen zahlreiche feine Fäden aus (Pseudopodien).

Fig. 7. Acanthostephanus corona, H. (Ordnung der Crioideen). Drei stachelige Kieselreifen, welche in drei auf einander senkrechten Ebenen stehen, sind in der Weise verbunden, daß sie eine Dornenkrone bilden.

Fig. 8. Cinclopyramis Murrayana, H. (Ordnung der Cyrtideen). Eine

neunſeitige Pyramide, deren neun Kanten durch viele horizontale Querſtäbe verbunden ſind. Ein äußerſt feines Gitterwerk füllt die viereckigen Maſchen aus, welche durch jene gebildet werden.

9. Eucecryphalus Huxleyi, H. (Ordnung der Cyrtideen). Eine flache kegelförmige Gitterſchale mit köpfchenförmigem Aufſatz und vielen langen Kieſelſtacheln.

10. Dictyopodium Moseleyi, H. (Ordnung der Cyrtideen). Eine hohe egelförmige Gitterſchale mit 3 Gliedern, Gipfelſtachel und 3 langen Füßchen, die am Ende gitterförmig durchbrochen ſind.

11. Diploconus Saturni, H. (Ordnung der Panacanthen). Ein Doppelkegel, gleich einer Sanduhr, deſſen Axe ein ſtarker, vierkantiger, an beiden Enden vorragender und zugeſpitzter Stachel bildet; von der Mitte gehen kleinere Stacheln ab.

12. Lithoptera Darwinii, H. (Ordnung der Panacanthen). In der Mitte eine kreuzförmige Centralkapſel mit vier Lappen. Das Kieſelſkelet beſteht aus 20, nach Müller's Geſetz vertheilten Stacheln, 16 kleineren und 4 größeren; letztere liegen in der Aequatorial-Ebene und tragen am Ende 4 Gitterplatten, gleich Windmühlen-Flügeln.

Tafel XVII (zwiſchen S. 424 und 425).

Farnwald der Steinkohlenzeit.

Dieſe hypothetiſche Skizze aus der Landſchaft einer längſt verfloſſenen Periode der Erdgeſchichte iſt aus den zahlreichen und wohl erhaltenen Verſteinerungen derſelben in ähnlicher Weiſe combinirt und reſtaurirt, wie dies zuerſt der geniale Botaniker Franz Unger in ſeinen ſchönen Bildern zur „Urwelt", ſpäter Oswald Heer in ſeiner „Urwelt der Schweiz", und viele Andere gethan haben. Die Pflanzen, welche dieſen Urwald der Steinkohlenzeit zuſammenſetzen, ſind ganz überwiegend Protballoten aus der Hauptklaſſe der Farne (Filicinae, S. 408, 423). Auf der linken Seite des Bildchens im Vordergrunde unten erheben ſich die gekrümmten, armleuchterartig getheilten und dicht mit Schuppenblättchen bedeckten Büſche einiger Bärlappe (Lycopodiaceae) aus der Klaſſe der Schuppenfarne (Selagineae, S. 427). Hoch darüber empor ragen links die rieſigen, blattloſen, cannellirten Säulen mehrerer nackter Schafthalme (Equisetaceae), aus der Klaſſe der Schaftfarne (Calamariae, S. 426); oben tragen ſie einen zapfenähnlichen Sporenbehälter. Rechts dahinter ſind die zierlichen, lärchenähnlichen, zu derſelben Klaſſe gehörigen, ſchlanken Stämme von Rieſenhalmen (Calamiteae, S. 426) ſichtbar, welche regelmäßig zuſammengeſetzte Nadel-Quirle tragen. Gegenüber auf der rechten Seite des Bildchens werden alle anderen Pflanzen von den mächtigen,

gabelig verzweigten und zierlich getäfelten Stämmen der Schuppenbäume (Lepidodendreae) überragt, einer der wichtigſten und großartigſten Entwickelungs-Formen der Schuppenfarne (Selagineae, S. 428). Ihre Gabeläſte tragen palmenähnliche Blätterkronen, ihre Schuppenſtämme ſind theilweiſe mit ſchmarotzenden Laubfarnen bedeckt. Rechts unten treten verſchiedene Farnkräuter mit gefiederten oder doppelt gefiederten Blättern in den Vordergrund, die jüngſten Blätter in der Mitte der Büſche ſind noch eingerollt. Sie vertreten, ebenſo wie die im Hintergrunde durchſchimmernden, palmähnlichen Farnbäume, die formenreiche Abtheilung der Laubfarne (Pterideae, S. 425). Endlich wird die Klaſſe der Waſſerfarne (Rhizocarpeae) durch eine Anzahl kleinerer Filicinen repräſentirt, welche unten am Rande des Waſſers wachſen oder aus demſelben hervorragen (S. 427).

Register.

Abänderung 197.
Abessinier 640, 648.
Acalephen 456, 460, 466.
Acineten 377, 386.
Acoelomen 468, 472.
Acranier 522, 525, 528.
Adaptation 197.
Aethiopier 640, 648.
Affen 592, 594.
Affenmenschen 613, 620.
Agassiz (Louis) 56, 62, 64.
Ahnenreihe des Menschen 600, 615.
Alalus 613, 620.
Algen 407, 408.
Alluvial-System 345.
Altajer 628, 635.
Amasten 561.
Amerikaner 628, 635.
Amnionlose 541.
Amnionthiere 528, 540.
Amnioten 528, 540.
Amoeben 380, 382, 444.
Amoebinen 380.
Amphibien 538.
Amphioxus 524, 528.
Amphirhinen 530, 528.
Anamnien 541.
Angiospermen 408, 432.
Anneliden 498, 501.
Anorgane 5, 291.
Anorgologie 5.
Anpassung 81, 139, 197.
— abweichende 221.
Anpassung, actuelle 202, 207.
— allgemeine 207.
— correlative 216.
— cumulative 209.
— directe 202, 207.
— divergente 221.
— gehäufte 209.
— geschlechtliche 205.
— indirecte 201, 204.
— individuelle 204.
— mittelbare 201, 201.
— monströse 205.
— potentielle 201, 204.
— sexuelle 205.
— sprungweise 205.
— unbeschränkte 223.
— unendliche 223.
— universelle 207.
— unmittelbare 202, 207.
— wechselbezügliche 216.
Anpassungsgesetze 203.
Antbozoen 463, 466.
Anthropocentrische Weltanschauung 35.
Anthropoiden 592, 597.
Anthropolithisches Zeitalter 344, 347.
Anthropologie 7.
Anthropomorphismus 17, 60.
Araber 628, 640.
Arachniden 508, 510.
Arbeitstheilung 241, 251.
Arcellen 380.
Archelminthen 468, 472.
Archephyceen 410.

Archigonie 164, 301.
Archolithiſches Zeitalter 340, 344.
Arier 640, 649.
Ariſtoteles 50, 69.
Arktiker 628, 635.
Armfüßler 468, 474.
Art 37, 244.
Arthropoden 496.
Articulaten 495, 498.
Aſcidien 475, 526.
Aſconen 460.
Aſpiden 498, 501.
Aſteriden 490, 493.
Atavismus 186.
Auſtralier 628, 632.
Autogonie 302.

Bacillarien 377, 387.
Bacterien 379.
Baer (Carl Ernſt) 97.
Baer's Abſtammungslehre 97.
— Entwickelungsgeſchichte 262.
— Thiertypen 48, 439.
Basken 628, 639.
Baſtarde 130, 180, 245.
Baſtardzeugung 41, 189, 245.
Bathybius 165, 306, 379.
Becherkeim 446.
Berber 628, 639.
Beutelherzen 525.
Beutelthiere 561, 566.
Beutler 561.
Bevölkerungszahlen 647.
Bilaterien 454, 464.
Bildnerinnen 308.
Bildungstriebe 80, 226, 300.
Biogenetiſches Grundgeſetz 276, 361.
Biologie 5.
Blaſenkeim 445.
Blaſtaea 445.
Blaſtula 445.
Blaſtoderm 445.
Blaſtoideen 490, 494.
Blumenloſe 404, 406.
Blumenpflanzen 408, 429.
Blumenthiere 463, 466.
Brachiopoden 468, 474.
Bruno (Giordano) 21, 64.
Bruſtloſe 561.
Bryozoen 468, 474.
Buch (Leopold) 95.
Büchner (Louis) 99.
Büſchelhaarige Menſchen 626, 647.

Caenolithiſches Zeitalter 344, 346.
Calciſpongien 460.
Cambriſches Syſtem 340, 345.
Carboniſches Syſtem 342, 345.
Cariden 498, 501.
Carnaſſier 566, 583.
Carnivoren 566, 584.
Catallacten 377, 385.
Catarhinen 592, 595.
Cauſale Weltanſchauung 16, 67.
Centralherzen 525, 528.
Cephalopoden 480, 485.
Chamiſſo (Adalbert) 185.
Characeen 408, 416.
Chelophoren 566, 582.
Chineſen 628, 634.
Chiropteren 566, 585.
Chordonier 526.
Chorologie 312.
Ciliaten 377, 386.
Cnidarien 460.
Cochliden 482.
Coelenteraten 451.
Coelenterien 451, 464.
Coelomaten 472.
Conchaden 484.
Conferven 408, 413.
Coniferen 403, 431.
Copernicus 35, 587.
Corallen 463, 466.
Cormophyten 405, 406.
Correlation der Theile 196.
Cranioten 524, 528.
Crinoiden 490, 494.
Crocodile 547.
Cruſtaceen 498, 501.

Cryptogamen 404, 406.
Ctenophoren 463, 466.
Culturpflanzen 122.
Cuvier (George) 46.
Cuvier's Katakysmentheorie 53.
— Paläontologie 49.
— Revolutionslehre 53.
— Schöpfungsgeschichte 54.
— Speciesbegriff 46.
— Streit mit Geoffroy 78.
— Thiersystem 48.
— Thiertypen 48, 439.
Cycadeen 408, 431.
Cyclostomen 527, 528.
Cytoden 308.
Cytula 444, 448.

Darwin (Charles) 117.
Darwinismus 133.
Darwin's Korallentheorie 118.
— Leben 117.
— Reise 117.
— Selectionstheorie 133.
— Taubenstudium 125.
— Züchtungslehre 133.
Darwin (Erasmus) 106.
Decidualose 566, 571.
Deciduathiere 566, 571.
Decksamige 408, 432.
Deduction 77, 671.
Demokritos 21.
Denken 654.
Devonisches System 342, 345.
Diatomeen 377, 387.
Dicke der Erdrinde 349.
Dicotylen 408, 433.
Differenzirung 241, 253.
Diluvial-System 345.
Dipneusten 536.
Divergenz 241.
Drachen 548, 550.
Dravida 628, 637.
Dualistische Weltanschauung 19, 67.
Dysteleologie 14, 667.

Echiniden 490, 495.
Echinodermen 486, 490.
Egypter 639, 648.
Ei des Menschen 170, 265.
Eidechsen 545, 547.
Eier 170, 178.
Eifurchung (Eitheilung) 170, 266, 444.
Einheit der Natur 20, 301.
Einheitliche Abstammungshypothese 371.
Einkeimblättrige 408, 433.
Eiszeit 324, 348.
Eiweißkörper 294.
Elephant 566, 582.
Empirie 71.
Endursache 20, 31.
Eocaen-System 345, 346.
Erbadel 161.
Erblichkeit 158.
Erbsünde 161.
Erbweisheit 161.
Erkenntnisse aposteriori 29.
— apriori 29, 636.
Erklärung der Erscheinungen 28.
Ernährung 199.
Estrellen 486.

Fadenpflanzen 417.
Fadner 408, 417.
Farne 408, 423.
Farnpalmen 408, 431.
Filicinen 408, 423.
Finnen 635.
Fische 531, 533.
Flagellaten 377, 383.
Flechten 408, 419.
Flederthiere 566, 585.
Fleischfresser 566, 583.
Flimmerkugeln 384.
Florideen 408, 415.
Flugeidechsen 548, 550.
Flugreptilien 548, 550.
Fortpflanzung 164.
— amphigone 175.
— geschlechtliche 175.
— jungfräuliche 177.

Fortpflanzung, monogone 164.
— ſexuelle 175.
— ungeſchlechtliche 164.
Fortſchritt 247, 252.
Freke 106.
Fucoideen 408, 414.
Fulater 628, 637.
Fungi 408, 417.

Gaſträa 446, 449.
Gaſträaden 450, 455.
Gaſtrula 446, 448.
Gattung 37.
Gegenbaur (Carl) 278, 519, 531.
Gehirnentwickelung 270.
Geiſt 20, 674.
Geiſtige Entwickelung 658, 674.
Geißelſchwärmer 383.
Geißler 383.
Gemmation 172.
Generationswechſel 187, 462.
Genus 37.
Geocentriſche Weltanſchauung 35.
Geoffroy S. Hilaire 77, 103.
Germanen 640, 649.
Geſchlechtstrennung 176.
Geſtaltungskräfte 80, 300.
Gibbon 592, 597.
Glauben 8, 651.
Gliederthiere 495, 498.
Gliedfüßer 496.
Goethe (Wolfgang) 73.
Goethe's Abſtammungslehre 82.
— Bildungstrieb 82, 226.
— Biologie 80.
— Entwickelungslehre 82.
— Gottesidee 64.
— Materialismus 24.
— Metamorphoſe 81.
— Naturanſchauung 20.
— Naturforſchung 73.
— Naturphiloſophie 73.
— Pflanzenmetamorphoſe 74.
— Specificationstrieb 81.
— Wirbeltheorie 75.
Goethe's Zwiſchenkieferſund 76.
Gonochorismus 176.
Gonochoriſten 176.
Gorilla 592, 596.
Gottesvorſtellung 64.
Gradzähnige Menſchen 625.
Grant 106.
Gregarinen 377, 383.
Griechen 640, 649.
Gymnoſpermen 408, 430.

Halbaffen 566, 580.
Haliſaurier 545, 548.
Hamoſemiten 628, 639, 648.
Haſenkaninchen 131, 245.
Hausthiere 122.
Heliozoen 377, 391.
Herbert 106.
Heredität 158.
Hermaphroditismus 176.
Hermaphroditen 176.
Herſchel's Kosmogenie 285.
Himategen 468, 474.
Hirnblaſen des Menſchen 271.
Holothurien 490, 495.
Hooker 106.
Hottentotten 628, 630.
Hüllcytoden 308.
Hüllzellen 308.
Hufthiere 573, 578.
Hurley 106, 130, 590.
Hybridismus 189, 245.
Hydruſen 461, 466.

Japaneſen 635.
Individuelle Entwickelung 261.
Indochineſen 628, 635.
Indogermanen 628, 640, 649.
Induction 77, 671.
Infuſionsthiere 385.
Infuſorien 377, 385.
Inophyten 408, 417.
Inſecten 509, 511.
Inſectenfreſſer 566, 583.
Inſtinct 658.

Iraner 640, 649.
Juden 640, 648.
Jura-System 343, 345.

Kaffern 628, 630.
Kalkschwämme 460.
Kammerlinge 390.
Kammquallen 463, 466.
Kampf um's Dasein 143, 225.
Kant (Immanuel) 90.
Kant's Abstammungslehre 93.
— Erdbildungstheorie 92.
— Entwickelungstheorie 285.
— Kritik der Urtheilskraft 91.
— Mechanismus 34, 92.
— Naturphilosophie 90.
— Selectionstheorie 151.
Kaukasier 628, 639.
Keimblätter 447.
Keimhaut 445.
Keimknospenbildung 173.
Keimzellenbildung 174.
Kiemenbogen des Menschen 274.
Klima-Wechsel 323.
Kloakenthiere 560.
Knochenfische 532, 536.
Knospenbildung 172.
Kohlenstoff 293, 299.
Kohlenstofftheorie 298.
Kopffüßler 485.
Korallen 463, 466.
Koreo-Japaner 628, 635.
Kosmogenie 285.
Kosmologische Gastheorie 287.
Kracken 480, 485.
Krebse 498, 501.
Kreide-System 343, 345.
Krustaceen 498, 501.
Krustenthiere 498, 501.
Kurzköpfe 625.

Labyrinthläufer 387.
Labyrinthuleen 377, 387.
Lamarck (Jean) 98.
Lamarck's Abstammungslehre 100.
Lamarck's Anthropologie 102, 587.
— Naturphilosophie 99.
Lamarckismus 134.
Langköpfe 625.
Lanzettthiere 524, 528.
Laplace's Kosmogenie 285.
Laubfarne 408, 425.
Laubmose 408, 422.
Laurentisches System 340, 345.
Lebenskraft 20, 297.
Lebermose 408, 422.
Lemurien 321, 580.
Leonardo da Vinci 51.
Leptocardier 524, 528.
Leuconen 460.
Lichenen 408, 419.
Linné (Carl) 36.
Linné's Artenbenennung 37.
— Pflanzenclassen 404.
— Schöpfungsgeschichte 40.
— Speciesbegriff 37.
— System 36.
— Thierclassen 438.
Loboſen 377, 380.
Lockenhaarige Menschen 626, 647.
Lustrohrthiere 506, 510.
Lurche 538.
Lurchfische 536.
Lyell (Charles) 112.
Lyell's Schöpfungsgeschichte 114.

Magosphären 385.
Magyaren 635.
Malayen 628, 633.
Malthus' Bevölkerungstheorie 143.
Mammalien 528, 567.
Manteltthiere 474.
Marsupialien 561, 566.
Materialismus 32.
Materie 20, 674.
Maulbeerkeim 444, 448.
Mechanische Ursachen 31, 67.
Mechanische Weltanschauung 16, 67.
Mechanismus 34, 92.
Medusen 462, 466.

Menschenaffen 592, 597.
Menschenarten 621, 628, 647.
Menschenrassen 624, 628, 647.
Menschenseele 651.
Menschenspecies 624, 647.
Mesolithisches Zeitalter 344, 350.
Metagenesis 185.
Metamorphismus der Erdschichten 354.
Metamorphose 81.
Migrationsgesetz 331.
Migrationstheorie 326.
Miocaen-System 345, 346.
Mittelköpfe 625.
Mittelländer 628, 638.
Molche 539.
Molchfische 536.
Mollusken 478, 480.
Moneren 165, 305, 378.
Monerula 443, 448.
Mongolen 628, 634.
Monismus 32.
Monistische Weltanschauung 19, 67.
Monocotylen 408, 433.
Monoglottonen 644, 647.
Monogonie 164.
Monophyleten 371, 622.
Monophyletische Descendenzhypothese 371.
Monorhinen 527, 528.
Monosporogonie 174.
Monotremen 560.
Morphologie 20.
Morula 444, 448.
Mose 408, 422.
Moses' Schöpfungsgeschichte 34.
Mosthiere 468, 474.
Muscheln 480, 484.
Müller (Fritz) 45, 66, 501.
Müller (Johannes) 278, 519.
Muscinen 408, 422.
Myriapoden 507, 510.
Myromyceten 377, 388.

Nacktsamige 408, 430.
Nadelhölzer 408, 431.
Nagethiere 566, 581.
Naturphilosophie 70.
Nauplius 502.
Neger 628, 631.
Nervensystem 465.
Nesseltbiere 460, 466.
Newton 23, 94.
Nichtzwitter 176.
Nubier 628, 637.

Oecologie 668.
Oken (Lorenz) 86.
Oken's Entwickelungsgeschichte 262.
— Infusorientheorie 87.
— Naturphilosophie 86.
— Urschleimtheorie 86.
Olynthus 458.
Ontogenesis 261.
Ontogenie 9, 361.
Ophiuren 490, 494.
Orang 592, 597.
Organe 5.
Organismen 5, 291.

Paarnasen 528, 530.
Paläolithisches Zeitalter 342, 344.
Paläontologie 49.
Pachycardier 525, 528.
Palissy 52.
Pander (Christian) 262.
Papua 627, 628.
Paradies 642.
Parallelismus der Entwickelung 279.
Parthenogenesis 177.
Peripatus 506, 510.
Peripatiden 506, 510.
Permisches System 342, 345.
Petrefacten 50.
Pferde 574, 576.
Pflanzenthiere 452, 456.
Phanerogamen 408, 429.
Philosophie 71, 663.
Phylogenie 10, 361.
Phylogenesis 261.
Phylum 370.
Physemarien 457.

Physiologie 20.
Pilze 408, 417.
Pithekanthropus 613, 620.
Pithecoidentheorie 669.
Placentalien 566, 569.
Placentalthiere 566, 569.
Planäa 445.
Planula 445.
Plasma 166, 294.
Plasmogonie 302.
Plastiden 308, 397.
Plastidentheorie 294, 309.
Plattnasige Affen 592, 595.
Plattwürmer 468, 472.
Plathelminthen 468, 472.
Platyrhinen 592, 595.
Pleistocaen-System 345, 346.
Pliocaen-System 345, 346.
Polarmenschen 628, 635.
Polyglottonen 643, 647.
Polysporogonie 173.
Polyphyleten 371, 622.
Polyphyletische Descendenzhypothese 372.
Polynesier 628, 633.
Polypen 461, 466.
Poriferen 456, 458.
Primärzeit 342, 344.
Primaten 566, 585, 590.
Primordialzeit 340, 344.
Promammalien 559, 565.
Prosimien 566, 580.
Protamnien 543, 609.
Protamoeben 167, 378.
Prothallophyten 408, 420.
Prothalluspflanzen 408, 420.
Protisten 375, 377.
Protomyxa 168, 379.
Protophyten 408, 410.
Protoplasma 166, 294.
Protozoen 440, 441.
Protracheaten 506, 510.

Radiaten 439.
Radiolarien 296, 329, 392.
Räderthiere 468, 473.
Rassen 247.
Raubthiere 566, 584.
Recent-System 345.
Reptilien 543, 548.
Rhizopoden 377, 389.
Ringelthiere 498, 501.
Rodentien 566, 581.
Robben 566, 584.
Rohrherzen 524, 528.
Romanen 640, 649.
Rotatorien 468, 473.
Rudimentäre Augen 13, 255.
— Beine 13.
— Flügel 256.
— Griffel 14.
— Lungen 257.
— Milchdrüsen 258.
— Muskeln 12.
— Nickhaut 12.
— Organe 11, 255.
— Schwänze 258.
— Staubfäden 14.
— Zähne 11.
Rückschlag 186, 441.
Rundmäuler 527, 528.
Rundwürmer 468, 473.

Säugethiere 556, 567.
Saurier 548.
Schaaffhausen 98.
Schädellose 522, 528.
Schädelthiere 525, 528.
Schaftfarne 408, 426.
Scheinhufthiere 566, 582.
Schiefzähnige Menschen 625.
Schildkröten 547, 548.
Schildthiere 498, 501.
Schimpanse 592, 597.
Schirmquallen 462, 466.
Schlangen 547, 548.
Schlauchthiere 457.
Schleicher 529, 531.
Schleicher (August) 97, 621, 640.
Schleiden (J. M.) 97.
Schleimpilze 388.

Schlichthaarige Menschen 626, 647.
Schmalnasige Affen 592, 595.
Schmelzfische 532, 535.
Schnabelthiere 560.
Schnecken 480, 482.
Schneidezähnige 566, 580.
Schöpfer 58, 64.
Schöpfung 7.
Schöpfungsmittelpunkt 313.
Schuppenfarne 408, 427.
Schwämme 456, 458.
Schwanz des Menschen 258, 274.
Scoleciden 472.
Secundärzeit 344, 350.
Seedrachen 545, 548.
Seegurken 490, 495.
Seeigel 490, 495.
Seeknospen 490, 494.
Seele 64, 658, 674.
Seelilien 490, 494.
Seesterne 490, 493.
Seestrahlen 490, 494.
See 490, 495.
Selachier 532, 534.
Selbsttheilung 171.
Semiten 640, 648.
Sexualcharaktere 188, 237.
Silurisches System 340, 345.
Siphonophoren 462, 466.
Slaven 640, 649.
Sonnlinge 391.
Species 37, 244.
Specifische Entwickelung 277.
Spencer (Herbert) 106.
Sperma 176.
Spielarten 247.
Spinnen 508, 510.
Spongien 456, 458.
Sporenbildung 174.
Sporogonie 174.
Staatsquallen 462, 466.
Stamm 370.
Stammbaum der
— Affen 593.
— Akalephon 467.
Stammbaum der
— Amphibien 533.
— Anamnien 533.
— Araber 648.
— Arachniden 511.
— Arier 625.
— Articulaten 499.
— Catarhinen 593.
— Coelenteraten 467.
— Crustaceen 499, 505.
— Echinodermen 491.
— Egypter 648.
— Estrellen 491.
— Fische 533.
— Germanen 649.
— Gliederthiere 499.
— Gräcoromanen 649.
— Hamiten 648.
— Helminthen 469.
— Hufthiere 579.
— Indogermanen 649.
— Insecten 511.
— Juden 648.
— Krebse 505.
— Luftrohrthiere 506, 510.
— Mammalien 567.
— Menschenarten 629.
— Menschengeschlechts 593.
— Menschenrassen 629.
— Mollusken 481.
— Nesselthiere 467.
— Organismus 400, 401.
— Pferde 576.
— Pflanzen 409.
— Pflanzenthiere 467.
— Platyrhinen 593.
— Reptilien 549.
— Ringelthiere 499.
— Säugethiere 567.
— Semiten 648.
— Slaven 649.
— Spinnen 508, 510.
— Sternthiere 491.
— Thiere 453.
— Tracheaten 511.

Stammbaum der
— Ungulaten 579.
— Vertebraten 529.
— Vögel 529.
— Weichthiere 481.
— Wirbelthiere 529.
— Würmer 469.
— Zoophyten 467.
Stammsäuger 559, 565.
Starrlinge 386.
Steinkohlen-System 342, 345.
Sternthiere 486, 490.
Sternwürmer 468, 474.
Stockpflanzen 405, 406.
Straffhaarige Menschen 626, 647.
Strahlinge 392.
Strahlthiere 439.
Strudelwürmer 472.
Syconen 460.
Synamoeben 445, 449.
System der
— Affen 592.
— Akalephen 466.
— Arachniden 510.
— Articulaten 498.
— Beutelthiere 565.
— Catarhinen 592.
— Coelenteraten 456.
— Crustaceen 504.
— Didelphien 565.
— Echinodermen 490.
— Erdschichten 345.
— Fische 532.
— Formationen 345.
— Geschichtsperioden 344.
— Gliederthiere 498.
— Helminthen 468.
— Hufthiere 578.
— Insecten 510, 517.
— Krebse 504.
— Mammalien 565, 566.
— Marsupialien 565.
— Menschenarten 628.
— Menschenrassen 628.
— Menschenvorfahren 600.
System der
— Monodelphien 566.
— Mollusken 480.
— Nesselthiere 466.
— Pflanzen 408.
— Pflanzenthiere 456.
— Placentalthiere 566.
— Placentner 566.
— Platyrhinen 592.
— Protisten 377.
— Reptilien 548.
— Säugetbiere 565, 566.
— Schleicher 548.
— Spinnen 510.
— Sternthiere 490.
— Thiere 452.
— Tracheaten 510.
— Ungulaten 573, 578.
— Vertebraten 528.
— Vögel 556.
— Weichthiere 480.
— Wirbelthiere 528.
— Würmer 468.
— Zeiträume 344.
— Zoophyten 456.
Systematische Entwickelung 277.

Tange 407, 408.
Tataren 635.
Tausendfüßer 507, 510.
Teleologie 89, 259.
Teleologische Weltanschauung 19, 67.
Tertiärzeit 344, 346.
Thalamophoren 377, 390.
Thallophyten 405, 406.
Thalluspflanzen 405, 406.
Thierseele 658, 675.
Tocogonie 164.
Tracheaten 506, 510.
Transformismus 4.
Transmutationsthiere 4.
Treviranus 83.
Trias-System 343, 345.
Trogontien 566, 580.
Turbellarien 472.

Tunicaten 474.

Uebergangsformen 260, 654.
Umbildungslehre 4.
Unger (Franz) 98.
Ungulaten 573, 578.
Unpaarnasen 527, 528.
Unzweckmäßigkeit der Natur 18.
Unzweckmäßigkeitslehre 14, 667.
Uralier 635.
Uramnioten 543, 609.
Urcytoden 308.
Urdarmthiere 455, 456.
Urfische 532, 534.
Urgeschichte des Menschen 618.
Urlufströhrer 506, 510.
Urmenschen 643.
Urpflanzen 408, 410.
Ursprung der Sprache 621, 640.
Urtange 410.
Urthiere 440, 441.
Urwesen 375.
Urwürmer 468, 472.
Urzellen 308.
Urzeugung 301, 369.

Variabilität 197.
Variation 197.
Varietäten 247.
Veränderlichkeit 197.
Vererbung 157, 182.
— abgekürzte 190.
— amphigone 188.
— angepaßte 191.
— befestigte 194.
— beiderseitige 18.
— conservative 183.
— constituirte 194.
— continuirliche 184.
— erhaltende 183.
— erworbene 191.
— fortschreitende 191.
— gemischte 188.
— geschlechtliche 187.
— gleichörtliche 195.
Vererbung, gleichzeitliche 194.
— homochrone 194.
— homotope 195.
— latente 184.
— progressive 191.
— sexuelle 187.
— unterbrochene 184.
— ununterbrochene 184.
— vereinfachte 190.
Vererbungsgesetze 182.
Vermenschlichung 17, 60.
Versteinerungen 50.
Vertebraten 521, 528.
Vervollkommnung 247, 253.
Vielheitliche Abstammungshypothese 372.
Vitalistische Weltanschauung 16, 67.
Vließhaarige Menschen 626, 647.
Vögel 552, 556.
Vorfahren des Menschen 600, 615.

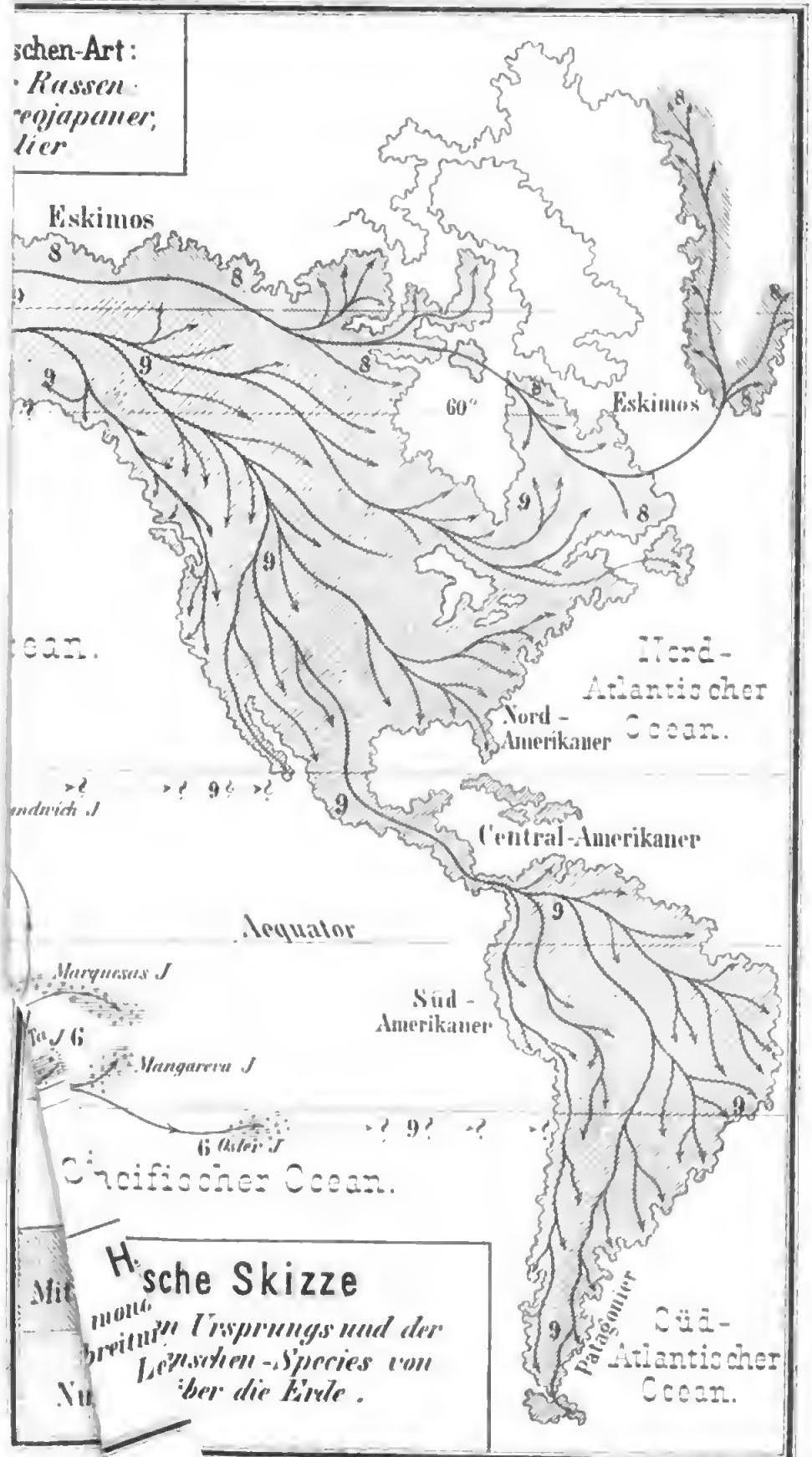
Wagner (Moritz) 328.
Wagner (Andreas) 123.
Wallace (Alfred) 120.
Wallace's Chorologie 321, 332.
Wallace's Selectionstheorie 120.
Walthiere 566, 575.
Wanderungen der Menschenarten 641.
Wanderungen der Organismen 314.
Wasserfarne 408, 427.
Wechselbeziehung der Theile 216, 220.
Weichthiere 478, 480.
Weil's Selectionstheorie 151.
Willensfreiheit 100, 212, 677.
Wimperlinge 386.
Wimperthierchen 386.
Wirbellose 521.
Wirbelthiere 521, 528.
Wissen 8, 651.
Wolff's Entwickelungstheorie 262.
Wollhaarige Menschen 626.
Wunder 20.
Wunderschnecke 484.
Wurzelfüßer 389.
Würmer 468, 470.
Wurmthiere 468, 470.

Digitized by Google

Zahl der Bevölkerung 647.
Zellen 168.
Zellenbildung 307.
Zellenkern 168.
Zellentheilung 169.
Zellentheorie 307.
Zellhaut 168.
Zellſchleim 168.
Zeugung 164, 301.
Zoophyten 452, 456.
Züchtung, äſthetiſche 240.
— clericale 155.
— geſchlechtliche 236.
Züchtung, gleichfarbige 235.
— künſtliche 135, 153, 227.
— mediciniſche 154.
— muſikaliſche 238.
— natürliche 156, 225.
— pſychiſche 240.
— ſexuelle 236.
— ſpartaniſche 153.
Zweckmäßigkeit der Natur 17.
Zweckthätige Urſachen 31, 67.
Zweikeimblättrige 408, 433.
Zwitter 176.
Zwitterbildung 176.

65663880

TAYLOR INST. OXFORD


schen-Art:
Rassen
eojapaner,
lier
Eskimos
Eskimos
60°
Nord-
Atlantischer
Ocean.
Nord-
Amerikaner
Central-Amerikaner
Aequator
Marquesas J
Mangareva J
Süd-
Amerikaner
Pacifischer Ocean.
Patagonier
Süd-
Atlantischer
Ocean.
sche Skizze
Ursprungs und der
Species von
ber die Erde.

Google